

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
ESCOLA DE ENGENHARIA  
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

**Mikael Pereira Carvalho**

**IMPERMEABILIZAÇÃO EM BOX DE BANHEIRO COM PAREDES DE GESSO  
ACARTONADO: COMPARATIVO ENTRE MANTA ASFÁLTICA E MEMBRANA  
ACRÍLICA**

Porto Alegre  
Agosto de 2024.

**MIKAEL PEREIRA CARVALHO**

**IMPERMEABILIZAÇÃO EM BOX DE BANHEIRO COM PAREDES DE GESSO  
ACARTONADO: COMPARATIVO ENTRE MANTA ASFÁLTICA E MEMBRANA  
ACRÍLICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Comissão de Graduação do curso de Engenharia Civil da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como parte dos requisitos para obtenção do título de Engenheiro Civil.

**Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Cristiane Sardin Padilla de Oliveira**

Porto Alegre  
Agosto de 2024.

**MIKAEL PEREIRA CARVALHO**

**IMPERMEABILIZAÇÃO EM BOX DE BANHEIRO COM PAREDES DE GESSO  
ACARTONADO: COMPARATIVO ENTRE MANTA ASFÁLTICA E MEMBRANA  
ACRÍLICA**

Este Trabalho de Diplomação foi julgado adequado como pré-requisito para a obtenção do título de ENGENHEIRO CIVIL e aprovado em sua forma final pela Banca Examinadora, pela Professora Orientadora e pela Comissão de Graduação do Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Porto Alegre, 16 de agosto de 2024.

**BANCA EXAMINADORA**

**Prof.<sup>a</sup> Cristiane Sardin Padilla de Oliveira (UFRGS)**  
Dra. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Orientadora

**Prof.<sup>a</sup> Thainá Yasmin Dessuy (UFRGS)**  
Me. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

**Prof.<sup>a</sup> Roberta Picanço Casarin (UFRGS)**  
Me. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de agradecer a minha família, pois sem eles eu não conseguiria ter concluído o curso. Agradeço especialmente a minha irmã, Priscila Carvalho, meu irmão, Eduardo Pereira, aos meus sobrinhos, Nicolly Pereira e Lucas Pereira, ao meu cunhado, Fernando Weissheimer, a minha prima, Aretusa Carvalho, primeira graduada em engenharia civil da família Carvalho, a qual me inspirou a cursar Engenharia Civil, e a minha namorada, Kelly Elíbio.

Gostaria de agradecer principalmente ao amor da minha vida, minha mãe, Karla Pereira. Obrigado por ser a mulher mais incrível que já conheci, sempre abrindo mão da sua vida em favor dos filhos. Mesmo trabalhando o dia inteiro, nunca desistiu e nunca deixou de demonstrar o carinho e o amor que tem pelos filhos. A pessoa que mais me apoiou nesses 9 anos de faculdade. Passamos por muitos momentos de dificuldade e sem ti jamais teria chegado até aqui. Mais uma vez, obrigado mãe. Sempre irei te amar.

Agradeço também aos meus queridos amigos e colegas de curso, Camila Ramos, Fernanda Macedo, Vitor Cabral e Ricardo Moura. Também, agradeço aos meus queridos amigos do curso de engenharia elétrica da UFRGS, Marco Pereira e Lucas Paim, com quem dividi a minha completa trajetória na universidade, desde os tempos de aulas no Campus do Vale, as dificuldades que tivemos nas aulas de Cálculo (ainda bem que não viramos cachorros). Serei sempre grato a meu melhor amigo, que me apoiou e me acompanhou nas madrugadas de Porto Alegre fazendo corridas na Uber, Marcelo Oliveira. Agradeço aos meus amigos do futebol, que há mais de 10 anos me apoiam nos estudos, sempre estendendo a mão, demonstrando preocupação, caso eu precisasse de ajuda, seja financeira ou emocional, Gustavo Nunes, Wagner Rocha, William Rocha, Marcelo Rangel e Adriano Machado.

Sou grato ao Supervisor de impermeabilização, Rigobert Floripo, e a Engenheira Gabriela Schneider, pela dedicação e paciência no fornecimento de informações e material para este trabalho de conclusão.

Por fim, agradeço imensamente a todos os professores da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, pela formação de engenheiro Civil, especialmente a professora-orientadora Cristiane

Sardin Padilla de Oliveira, pelo profissionalismo e dedicação ao meu trabalho de conclusão e por sempre se preocupar com a minha saúde mental.

## RESUMO

A impermeabilização é uma importante etapa dos processos construtivos de uma edificação, pois a sua execução correta garante a proteção da edificação contra infiltrações de fluídos, umidade e vapores d'água e, por consequência, impede manifestações patológicas danosas. Assim, a falha na execução ou a ausência dessa etapa pode comprometer até a estrutura, colocando em risco a vida dos usuários. Portanto, para garantir a durabilidade das edificações, o conforto e a segurança do usuário, deve-se escolher o tipo de impermeabilização adequada para cada situação. Cabe salientar que, a impermeabilização em box de banheiro é uma tarefa difícil, que requer um sistema eficaz e uma mão de obra qualificada. Assim, quando o assunto envolve impedir a passagem de líquidos, sobretudo em box com paredes de gesso, é preciso haver cuidado redobrado, visto que o comportamento diferente dos materiais possibilita falhas no sistema de impermeabilização, quando mal executado. O presente trabalho traz um estudo de caso envolvendo dois dos sistemas de impermeabilização mais utilizados no Brasil, a manta asfáltica e a membrana acrílica. Para isso, foi realizada uma pesquisa com responsáveis técnicos atuantes na área de execução e, foram feitas análises sobre esses dois sistemas, considerando o custo de execução, tempo de execução e confiabilidade das construtoras com o sistema escolhido, através de revisão bibliográfica e de dois estudos de casos. Ainda, neste trabalho acadêmico, também é apresentada uma análise sobre o cumprimento das recomendações normativas nos casos estudados nos respectivos canteiros de obras. Também, foi possível analisar, a preferência do sistema de impermeabilização de 5 construtoras em Porto Alegre, considerando as vantagens e desvantagens de cada sistema.

Palavras-chave: Impermeabilização, Manta asfáltica, Membrana acrílica.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Custo da impermeabilização x quando é executado .....	24
Figura 2 – Fachada principal do empreendimento .....	39
Figura 3 – Planta baixa do apartamento tipo do empreendimento .....	40
Figura 4 –Item1: montante para estrutura de gesso acartonado, item 2: rodapé metálico, item 3: canaleta do rodapé em alvenaria e item 4: camada de aderência em piso de concreto .....	42
Figura 5 –Detalhamento da canaleta em alvenaria.....	42
Figura 6 – Contrapiso com caimento para o ralo.....	43
Figura 7 – Box com a primeira pedra colocada e imprimado .....	43
Figura 8 – Detalhe construtivo do ralo .....	44
Figura 9 – Detalhe construtivo do ralo .....	44
Figura 10 – Aplicação da manta asfáltica.....	45
Figura 11 – Aplicação da manta asfáltica.....	45
Figura 12 – Aplicação da manta asfáltica e vedação do ralo.....	46
Figura 13 – Teste de estanqueidade.....	46
Figura 14 – Box impermeabilizado com a proteção mecânica e rodapés chapiscados .....	47
Figura 15 – Box impermeabilizado com a proteção mecânica e rodapés revestidos .....	47
Figura 16 – Instalações hidráulicas e placas de gesso acartonado concluídas .....	48
Figura 17 – Instalações hidráulicas e placas de gesso acartonado concluídas .....	48
Figura 18 – Instalações hidráulicas e placas de gesso acartonado concluídas .....	49
Figura 19 – Colocação da segunda mureta.....	50
Figura 20 - Box com revestimento cerâmico e impermeabilização nas demais áreas do banheiro .....	50
Figura 21 – Box com impermeabilização e revestimento cerâmico finalizado.....	51
Figura 22 – Fachada principal do empreendimento .....	52
Figura 23 – Planta baixa do Apartamento 1 frente.....	53
Figura 24 – Planta baixa do Apartamento 1 ponta .....	53
Figura 25 – Planta baixa do Apartamento 2 dormitórios + jantar .....	54
Figura 26 – Planta baixa do Apartamento 2 dormitórios + jantar .....	54
Figura 27 – Item 1: Caimento no piso, item 2: Rebaixo no ralo, item 3: produto para as juntas de movimentação.....	56
Figura 28 – Detalhe do rebaixo do ralo .....	56
Figura 29 – Homogeneização da membrana acrílica.....	57

Figura 30 – Primeira demão do impermeabilizante acrílico com reforço nos cantos e ralos...	57
Figura 31 – Aplicação de tela de poliéster nos cantos.....	58
Figura 32 – Aplicação de tela de poliéster no ralo .....	58
Figura 33 – Aplicação de tela de poliéster no ralo .....	59
Figura 34 – Aplicação da segunda demão da membrana acrílica.....	59
Figura 35 – Ponto crítico, mureta, com tela de poliéster e segunda demão de membrana acrílica .....	60
Figura 36 – Ponto crítico, ralo, com tela de poliéster e segunda demão de membrana acrílica .....	60
Figura 37 – Ponto crítico, cantos, com tela de poliéster e segunda demão de membrana acrílica .....	61
Figura 38 – Esquema de impermeabilização completo .....	61
Figura 39 – Aplicação do salva ralo .....	62
Figura 40 – Teste de estanqueidade em andamento .....	62
Figura 41 – Massa de aderência aplicada .....	63
Figura 42 – Pontos hidráulicos impermeabilizados.....	64
Figura 43 – Box de banheiro dimensionado.....	71



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resumo classificação da impermeabilização .....	20
Tabela 2 – Parâmetros de ensaios para classificação de mantas asfálticas .....	27
Tabela 3– Características das mantas asfálticas .....	27
Tabela 4 – Requisitos para membranas de classe C .....	32
Tabela 5 – Requisitos para membranas de classe P.....	33
Tabela 6 – Requisitos para membranas de classe R .....	34
Tabela 7 – Requisitos para membranas de classe F.....	35
Tabela 8 – Tempos utilizados em cada etapa da execução da impermeabilização com manta asfáltica da construtora A .....	68
Tabela 9 – Tempo utilizado em cada etapa da execução da impermeabilização com manta asfáltica da construtora A .....	69
Tabela 10 – Custo da impermeabilização com manta asfáltica.....	70
Tabela 11 – Custo da impermeabilização com membrana acrílica .....	71
Tabela 12 – Custo para impermeabilização utilizando manta asfáltica.....	72
Tabela 13 – Custo para impermeabilização utilizando membrana acrílica .....	72

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Sistemas de impermeabilização de box de banheiro, com paredes de gesso acartonado, utilizados pelas 5 construtoras em Porto Alegre.....73

Quadro 2 – Comparativo dos sistemas de impermeabilização abordados neste trabalho .. **Erro!**  
**Indicador não definido.**

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1– Comparativo de custo entre impermeabilização utilizando manta asfáltica e membrana acrílica.....	70
Gráfico 2– Comparativo de custo entre impermeabilização utilizando manta asfáltica e membrana acrílica.....	73
Gráfico 3– Sistemas de impermeabilização de box de banheiro com paredes de gesso acartonado mais usados em Porto Alegre.....	74

## **LISTA DE SIGLAS**

ABNT: Associação Brasileira de Normas Técnicas

IBI: Instituto Brasileiro de Impermeabilização

NBR: Norma Brasileira Regulamentadora

NR: Norma regulamentadora

PES: Procedimento de Execução de Serviço

IT: Instrução de trabalho

UFRGS: Universidade Federal do Rio Grande do Sul

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>15</b>
<b>2. DIRETRIZES DE PESQUISA .....</b>	<b>16</b>
2.1 OBJETIVOS DA PESQUISA .....	16
<b>2.1.1 Objetivo principal.....</b>	<b>16</b>
<b>2.1.2 Objetivos secundários .....</b>	<b>16</b>
2.2 DELIMITAÇÃO .....	16
2.3 LIMITAÇÃO.....	16
2.4 DELINEAMENTO.....	17
<b>3. IMPERMEABILIZAÇÃO.....</b>	<b>18</b>
3.1 SISTEMAS DE IMPERMEABILIZAÇÃO .....	19
3.2 CLASSIFICAÇÃO DAS ÁREAS A SEREM IMPERMEABILIZADAS .....	21
3.3 ESTANQUEIDADE DO SISTEMA.....	22
3.4 SELEÇÃO DO TIPO DE IMPERMEABILIZAÇÃO .....	23
3.5 PROJETO DE IMPERMEABILIZAÇÃO .....	23
3.6 FISCALIZAÇÃO DOS SERVIÇOS DE IMPERMEABILIZAÇÃO .....	25
<b>4. DESCRIÇÃO DOS SISTEMAS USADOS .....</b>	<b>26</b>
4.1 MANTA ASFÁLTICA .....	26
<b>4.1.1 Execução da manta asfáltica.....</b>	<b>28</b>
4.2 MEMBRANA ACRÍLICA.....	30
<b>4.2.1 Execução da membrana acrílica .....</b>	<b>36</b>
<b>5. METODOLOGIA.....</b>	<b>38</b>
<b>6. DESCRIÇÃO DOS ESTUDOS DE CASO.....</b>	<b>39</b>
6.1 CASO 1: IMPERMEABILIZAÇÃO DE BOX COM MANTA ASFÁLTICA .....	39
6.2 CASO 2: IMPERMEABILIZAÇÃO DE BOX COM MEMBRANA ACRÍLICA .....	52
<b>7. ANÁLISE DE EXECUÇÃO DOS ESTUDOS DE CASO .....</b>	<b>65</b>
7.1 ANÁLISE DE EXECUÇÃO DA CONSTRUTORA A, IMPERMEABILIZAÇÃO UTILIZANDO MANTA ASFÁLTICA. ....	65
7.2 ANÁLISE DE EXECUÇÃO DA CONSTRUTORA B, IMPERMEABILIZAÇÃO UTILIZANDO MEMBRANA ACRÍLICA. ....	66
<b>8. ANÁLISES COMPARATIVAS .....</b>	<b>68</b>
8.1 ANÁLISE COMPARATIVA DE TEMPO DE EXECUÇÃO.....	68
<b>8.1.1 Construtora A, impermeabilização utilizando manta asfáltica .....</b>	<b>68</b>
<b>8.1.2 Construtora B, impermeabilização utilizando membrana acrílica .....</b>	<b>69</b>
8.2 ANÁLISE COMPARATIVA DE CUSTO DE EXECUÇÃO .....	70
<b>8.2.1 Construtora A, manta asfáltica .....</b>	<b>70</b>
<b>8.2.2 Construtora B, membrana acrílica .....</b>	<b>71</b>

8.3 ANÁLISE COMPARATIVA DOS SISTEMAS DE IMPERMEABILIZAÇÃO EM BOX DE BANHEIRO COM PAREDES DE GESSO ACARTONADO UTILIZADOS POR 5 CONSTRUTORAS EM PORTO ALEGRE .....	73
8.4 ANÁLISE COMPARATIVA DE CONFIABILIDADE.....	74
8.5 ANÁLISE COMPARATIVA FINAL .....	75
<b>9. CONCLUSÃO.....</b>	<b>76</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>77</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A impermeabilização é de suma importância para a construção civil, pois a sua execução correta garante a preservação da edificação, a segurança e o conforto dos usuários contra as ações deletérias de fluidos, vapores e umidade (NBR 9575 Impermeabilização – Seleção e projeto, ABNT, 2010).

Em uma edificação existem locais que necessitam de impermeabilização, denominadas de áreas molháveis e áreas molhadas. Os locais que estão constantemente em contato com a água, requerem um sistema de impermeabilização mais reforçado, para que não haja falha na estanqueidade do sistema (NBR 15575-3 Edificações habitacionais - Desempenho Parte 3: Requisitos para os sistemas de pisos, ABNT, 2013).

Desse modo, quando o local a ser impermeabilizado envolve diferentes materiais, o sistema de impermeabilização exige uma execução mais detalhada, devido às regiões de interface entre os materiais. Os boxes de banheiros são locais importantíssimos a serem impermeabilizados, pois esses locais são classificados como áreas molhadas, o motivo pelo qual é submetido às ações deletérias da água diariamente (ABNT, 2013).

Portanto, selecionar um sistema para a impermeabilização de um box de banheiro não é uma tarefa fácil. Atualmente, existem diversos sistemas de impermeabilização adequados para box de banheiro e fica a cargo do projetista e do responsável técnico selecionar qual é compatível, acessível e eficiente para cada situação (ABNT, 2010). Cabe salientar que, para a referida seleção, são utilizados critérios que levam em consideração os materiais do sistema construtivo, o tempo de execução, o custo e a confiabilidade no tipo de impermeabilização a ser escolhido. Por fim, cabe evidenciar que, para este trabalho, foi selecionada a situação em que o sistema construtivo utiliza paredes de gesso acartonado em edifícios residenciais. Assim, o objetivo deste trabalho é analisar comparativamente a impermeabilização com manta asfáltica e com membrana acrílica, no que tange a tempo de execução, custo e confiabilidade.

## **2. DIRETRIZES DE PESQUISA**

Neste capítulo estão detalhadas as características desta pesquisa, como objetivos, delimitação, limitação e delineamento.

### **2.1 OBJETIVOS DA PESQUISA**

Os objetivos desta pesquisa estão divididos em principal e secundários.

#### **2.1.1 Objetivo principal**

Analisar comparativamente o sistema de impermeabilização com manta asfáltica e com membrana acrílica, em banheiros com paredes de gesso acartonado, em edifícios residenciais, no que tange a tempo de execução, custo e confiabilidade.

#### **2.1.2 Objetivos secundários**

- a) Realizar entrevistas com os responsáveis técnicos das obras.
- b) Entender como são feitas as escolhas do sistema de impermeabilização.
- c) Avaliar a importância do projeto de impermeabilização e a sua seleção.
- d) Estudar a importância da mão de obra qualificada e a fiscalização do serviço executado.
- e) Analisar se os métodos construtivos estão sendo executados de acordo com as normativas.
- f) Fazer uma pesquisa com 5 construtoras que especialistas em execução de obras residenciais de alto e médio padrão em Porto Alegre para verificar quais sistemas de impermeabilização em box de banheiro com paredes de gesso acartonado utilizam.

### **2.2 DELIMITAÇÃO**

Este trabalho se delimita ao estudo e análise feitos a partir de pesquisas bibliográficas e do acompanhamento in-loco da execução de impermeabilizações de box de banheiro com paredes de gesso acartonado, na construtora A e B, que utilizam os sistemas de manta asfáltica e membrana acrílica em edifícios residenciais, na cidade de Porto Alegre. Este trabalho também é delimitado ao estudo das instruções de trabalho dessas construtoras.

### **2.3 LIMITAÇÃO**

São limitações do trabalho:

- a) não serão realizados ensaios experimentais para avaliar o desempenho dos materiais;



- b) as análises serão apenas referentes a impermeabilizações de áreas dos boxes de banheiros;
- c) a análise de custo será feita com o total obtido pela soma dos valores de mão de obra e compra de materiais;
- d) não foram fornecidos dados de manifestações patológicas pelas construtoras.

## 2.4 DELINEAMENTO

Este trabalho acadêmico foi desenvolvido a partir de pesquisa em livros, artigos, revistas, sites, dissertações, teses que tratam de impermeabilização de edificações que utilizam os sistemas de manta asfáltica e membrana acrílica, bem como em publicações normativas da Associação Brasileira de Normas Técnicas referentes a esse assunto, as etapas representadas no plano de trabalho e são divididas em:

- a) revisão bibliográfica;
- b) seleção de obras para o estudo;
- c) coleta de dados em obras;
- d) coleta de dados a partir das instruções técnicas de construtoras;
- e) análise dos sistemas executados
- f) análise de custos de execução
- g) análise de tempo de execução;
- h) análise de confiabilidade do sistema no mercado da construção civil em Porto Alegre;
- i) considerações finais.

Este trabalho acadêmico foi desenvolvido a partir de pesquisa em livros, artigos, revistas, sites, dissertações e teses que tratam de impermeabilização de edificações que utilizam os sistemas de manta asfáltica e membrana acrílica, bem como em publicações normativas da Associação Brasileira de Normas Técnicas referentes a esse assunto.

### 3. IMPERMEABILIZAÇÃO

A utilização da impermeabilização na construção civil é fundamental, com essa etapa construtiva, realizada corretamente, é possível evitar as principais patologias relacionadas à passagem de líquidos, vapores e umidade, que quando não ou mal isolados, acabam ocasionando manifestações patológicas indesejáveis, tais como: infiltrações, fissuras, manchas, eflorescências e até corrosão de metais (NBR 9575, 2010). Sobre a impermeabilização, Righi (2009, p.15) menciona que:

A impermeabilização é de fundamental importância na durabilidade das construções, pois os agentes trazidos pela água e os poluentes existentes no ar causam danos irreversíveis a estrutura e prejuízos financeiros difíceis de serem contornados. A impermeabilização é um fator importantíssimo para a segurança da edificação e para a integridade física do usuário.

Nesse sentido, a NBR 9575 Impermeabilização – Seleção e projeto (ABNT, 2010, p.5), afirma que a impermeabilização consiste em um “conjunto de operações e técnicas construtivas (serviços), composto por uma ou mais camadas, que tem por finalidade proteger as construções contra a ação deletéria de fluidos, de vapores e da umidade”.

Para Righi (2009), entre os principais problemas encontrados em obras da construção civil, a falta de impermeabilização é sempre um dos mais citados. Segundo o referido autor, na maioria das vezes a impermeabilização é negligenciada, tratada sem a devida importância ou, até mesmo, não utilizada. Segundo ele, isso ocorre porque, na maioria dos casos, essa etapa construtiva fica fora do alcance visual, após a conclusão da edificação.

Bauer (2019) afirma que a causa de grande parte das degradações que trazem prejuízos à estética, à função e a salubridade, são as diversas formas infiltração de água nos elementos construtivos, pois exigem recursos materiais, financeiros e tempo para resolver os problemas.

Segundo o Instituto Brasileiro de impermeabilização (IBI, 2023, p.5), “a umidade acelera o processo de deterioração das estruturas por meio da indução de degradação do concreto, corrosão das armaduras, anomalias em tintas e outros revestimentos, comprometendo assim, a durabilidade da edificação.”

Assim, Perez (1985 *apud* SILVA, 2019), aponta que um dos piores problemas apresentados em construções tem relação com a presença de umidade sem um sistema de impermeabilização.

Ou seja, esses problemas jamais teriam ocorrido, caso houvesse um sistema de impermeabilização eficaz.

### 3.1 SISTEMAS DE IMPERMEABILIZAÇÃO

Neste capítulo serão abordados assuntos importantes dos sistemas de impermeabilizações: A função e a sua classificação.

Destinados a conferir a estanqueidade da construção, os sistemas de impermeabilização de uma edificação, são definidos como conjunto de produtos e insumos, dispostos em camadas ordenadas (NBR 9575, 2010).

Para Bauer (1986, p.601), “a utilização de sistemas de impermeabilização das construções representa a proteção dos elementos construtivos para garantir o desempenho adequado, a salubridade e a vida útil desejada”.

Em perspectiva semelhante, para o IBI (2018, p.5), a função de um sistema de impermeabilização é “atender aos requisitos mínimos de proteção da construção contra a passagem de fluidos, bem como os requisitos de salubridade, segurança e conforto do usuário, de forma a ser garantida a estanqueidade dos elementos construtivos que a requeiram”.

Conforme a NBR 9575 (ABNT, 2010), a impermeabilização é classificada em relação ao seu principal material constituinte da camada impermeável, dividido em cimentícios, asfálticos e poliméricos. Na Tabela 01, abaixo, está um quadro resumo da classificação dos tipos de impermeabilização, de acordo com a (ABNT, 2010).

Tabela 1 - Resumo classificação da impermeabilização

Cimentícios	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) argamassa com aditivo impermeabilizante;</li> <li>b) argamassa modificada com polímero;</li> <li>c) argamassa polimérica;</li> <li>d) cimento modificado com polímero</li> </ul>
Asfálticos	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) membrana de asfalto modificado sem adição de polímero;</li> <li>b) membrana de asfalto elastomérico;</li> <li>c) membrana de emulsão asfáltica;</li> <li>d) membrana de asfalto elastomérico, em solução;</li> <li>e) manta asfáltica.</li> </ul>
Poliméricos	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) membrana elastomérica de policloropreno e polietileno clorossulfonado;</li> <li>b) membrana elastomérica de poliisobutileno isopreno (I.I.R), em solução;</li> <li>c) membrana elastomérica de estireno-butadieno-estireno (S.B.S.);</li> <li>d) membrana elastomérica de estireno-butadieno-estireno-ruber (S.B.R.);</li> <li>e) membrana de poliuretano;</li> <li>f) membrana de poliuréia;</li> <li>g) membrana de poliuretano modificado com asfalto;</li> <li>h) membrana de polímero acrílico com ou sem cimento;</li> <li>i) membrana acrílica para impermeabilização;j) membrana epoxídica;</li> <li>k) manta de acetato de etilvinila (E.V.A.);</li> <li>l) manta de policloreto de vinila (P.V.C.);</li> <li>m) manta de polietileno de alta densidade (P.E.A.D.);</li> <li>n) manta elastomérica de etilenopropilenodieno-monômero (E.P.D.M.);</li> <li>o) manta elastomérica de poliisobutileno isopreno (I.I.R)</li> </ul>

Fonte: Adaptado de (ABNT, 2010)

Já para a NBR 9574: Execução de impermeabilização (ABNT, 2008), a classificação é constituída em relação a sua dureza, são elas: rígida e flexível.

Nesse sentido, Salgado (2018) afirma que a classificação pode ser dividida em rígida, semiflexível e flexível, sendo:

- rígidos: são impermeabilizantes que não apresentam a propriedade de trabalhar com a estrutura principal da edificação;
- semiflexíveis: são revestimentos impermeabilizantes constituídos por materiais que possuem dilatação e flexibilidade;
- flexíveis: são revestimentos impermeabilizantes constituídos por materiais que possuem dilatação e flexibilidade.

### 3.2 CLASSIFICAÇÃO DAS ÁREAS A SEREM IMPERMEABILIZADAS

Conforme a NBR 15575-3: Edificações habitacionais – Desempenho Parte 3: Requisitos para sistema de pisos (ABNT, 2013), as áreas da edificação são divididas em áreas molhadas, áreas molháveis e áreas secas.

#### **Áreas molhadas**

Para a NBR 15575-3 (ABNT, 2013), são “áreas da edificação cuja condição de uso e de exposição pode resultar na formação de lâmina d’água pelo uso normal a que o ambiente se destina (por exemplo, banheiro com chuveiro, área de serviço e áreas descobertas)”.

#### **Áreas molháveis**

Segundo a NBR 15575-3 (ABNT, 2013), são “áreas da edificação que recebem respingos de água decorrentes da sua condição de uso e exposição e que não resulte na formação de lâmina d’água pelo uso normal a que o ambiente se destina”.

#### **Áreas secas**

De acordo com a NBR 15575-3 (ABNT, 2013), são “áreas onde, em condições normais de uso e exposição, a utilização direta de água (por exemplo, lavagem com mangueiras, baldes de água etc.) não está prevista nem mesmo durante a operação de limpeza”.

Referente as áreas internas que devem ser contempladas pela estanqueidade, a NBR 15575-1: Edificações habitacionais – Desempenho Parte 1: Requisitos gerais (ABNT, 2021) afirma que, deve-se “assegurar a estanqueidade à água utilizada na operação e manutenção do imóvel em condições normais de uso”. Ainda, a referida norma menciona que as partes dos edifícios que tenham possibilidade de ficar em contato com a água gerada na ocupação ou manutenção do imóvel devem ter projetos detalhados que garantam a estanqueidade do sistema.

### 3.3 ESTANQUEIDADE DO SISTEMA

Cabe evidenciar que a estanqueidade tem uma grande importância para eficiência dos sistemas de impermeabilização (NBR 9575, 2010). Nesse sentido, a NBR 9575, 2010 afirma que estanqueidade é a “propriedade de um elemento (ou de um conjunto de componentes) de impedir a penetração ou passagem de fluídos através de si”.

Ainda, o principal agente que degrada os materiais da construção civil é a água, visto que está presente no dia a dia, seja para hábitos higiênicos ou na habitabilidade, bem como no solo e na atmosfera. Ocorre que, o controle de toda essa umidade, trazida pela água, é a chave para a prevenção de muitas manifestações patológicas que reduzem a vida útil de uma edificação, assim, a NBR 15575-3 (ABNT, 2013) informa requisitos mínimos para a estanqueidade de sistemas de pisos em contato com a umidade ascendente, áreas molháveis da habitação e de áreas molhadas.

#### **Requisito – Estanqueidade de sistema de pisos em contato com a umidade ascendente**

Segundo a NBR 15575-3 (ABNT, 2013), “os sistemas de pisos devem ser estanques à umidade ascendente, considerando-se a altura máxima do lençol freático prevista para o local da obra”. Ainda, a referida norma informa que o projeto deve indicar um sistema que impeça a ascensão da umidade, danos durante a construção e utilização do imóvel, bem como determina a previsão e um sistema de drenagem.

#### **Requisito – Estanqueidade de sistemas de pisos de áreas molháveis da habitação**

A NBR 15575-3 (ABNT, 2013), afirma que “áreas molháveis não são estanques e, portanto, o critério de estanqueidade não é aplicável. Esta informação deve constar no manual de uso, operação e manutenção”.

#### **Requisito – Estanqueidade de sistemas de pisos de áreas molhadas**

Para a NBR 15575-3 (ABNT, 2013), o sistema de pisos de áreas molhadas deve ser submetido a uma lâmina d’água de no mínimo 1 cm em seu ponto mais alto durante o período de 72 h, permanecendo a superfície inferior e os encontros com as paredes e pisos adjacentes que os delimitam secos, não é permitido o surgimento de umidades no sistema. Ainda, a citada norma Impermeabilização em box de banheiro com paredes de gesso acartonado: comparativo entre manta asfáltica e membrana acrílica afirma que, se utilizados sistemas de impermeabilização

previstos nos métodos de execução da NBR 9574 (ABNT, 2008), deve-se atender as seleções de projeto da (ABNT, 2010)

### 3.4 SELEÇÃO DO TIPO DE IMPERMEABILIZAÇÃO

A NBR 9575 (2010) prevê que, ao selecionar o tipo de impermeabilização a ser aplicada na construção, deve-se levar em consideração a solicitação imposta pelo fluido nas partes construtivas que requeiram a estanqueidade, sejam elas pela umidade de percolação, umidade de condensação, umidade do solo e umidade por fluido sob pressão unilateral ou bilateral.

### 3.5 PROJETO DE IMPERMEABILIZAÇÃO

De acordo com Righi (2009, p.20), a impermeabilização também deve ter um projeto específico, assim como os projetos arquitetônicos, de concreto armado, das instalações hidráulicas e elétricas, entre outros. O referido autor ainda afirma que o projeto deve detalhar os materiais e a forma que o sistema de impermeabilização é executado.

Segundo Bauer (2019), alguns itens são imprescindíveis para um projeto de impermeabilização, tais como: plantas de localização e identificação das impermeabilizações, bem como os locais de detalhamento construtivo; detalhes desenhados que mostram as soluções técnicas adotadas no projeto de arquitetura; memorial descritivo de materiais; memorial que mostra as camadas de impermeabilização; memorial descritivo de execução. Também, conforme leciona o referido autor, são de suma importância as planilhas de quantitativo de materiais e serviços.

A norma NBR 9575 (ABNT 2010, p.6) define projeto de impermeabilização como: “o conjunto de informações gráficas e descritivas que definem integralmente as características de todos os sistemas de impermeabilização empregados em uma dada construção, de forma a orientar inequivocamente a produção deles”. Ademais, a citada norma estabelece exigências e recomendações para o projeto de impermeabilização, trazendo garantia de estanqueidade aos elementos da construção, salubridade, segurança e conforto ao usuário. A referida norma ainda afirma que, o projeto de impermeabilização é elaborado em três etapas:

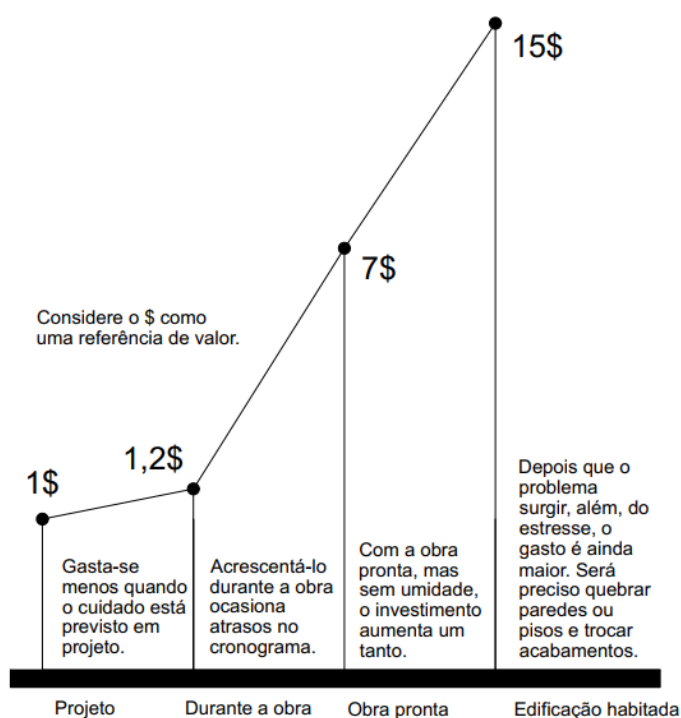
Estudo preliminar: nesta etapa o projeto visa reunir informações legais, técnicas e custos, bem como fazer o levantamento das áreas a serem impermeabilizadas de forma a garantir a estanqueidade e durabilidade dos elementos construtivos em relação a ação deletéria dos fluídos, vapores e da umidade (ABNT, 2010).

Projeto básico de impermeabilização: essa etapa deve ser feita durante a coordenação geral das atividades do projeto, nela devem estar reunidas todas as informações gráficas e descritivas que definem as soluções que atendem as exigências de desempenho que garantem a estanqueidade dos elementos construtivos (ABNT, 2010).

Projeto executivo de impermeabilização: essa é a etapa final do projeto, nela as informações gráficas e descritivas devem estar de forma detalhada e indubitável. Por ser esse um projeto especializado, deve ser feito de forma simultânea aos demais projetos (ABNT, 2010).

Righi (2009) afirma que o custo para execução de uma impermeabilização é muito menor quando se tem o projeto específico, pois o projeto evita gastos com problemas posteriores que podem chegar a 15 vezes a mais que o valor inicial de execução, como mostra a Figura 1.

Figura 1 – Custo da impermeabilização x quando é executado



Fonte: Adaptado de RIGHI (2009)



### 3.6 FISCALIZAÇÃO DOS SERVIÇOS DE IMPERMEABILIZAÇÃO

Mesmo elaborando um excelente projeto de impermeabilização, escolhendo o sistema mais adequado para a situação e contratando mão de obra de qualidade para a execução do sistema, é imprescindível a fiscalização da execução dos serviços de impermeabilização, pois com assim é obtido o êxito no controle de qualidade da execução do sistema. Segundo Verçoza (1987, p.144):

A fiscalização dos serviços de impermeabilização pelas firmas construtoras e empreiteiras da obra total nem sempre é fácil. É uma situação em que o serviço é feito por firma especializada, mas sob o controle de firma que não é. Torna-se então muito fácil o engenheiro fiscal confiar inteiramente na firma impermeabilizadora e ser por ela levado a aceitar erros ou, pelo contrário, o engenheiro fiscal fazer exigências descabidas.

Tratando-se de grandes firmas, o ideal é que ela especialize engenheiros próprios, dando-lhes a exclusividade na fiscalização de serviços de impermeabilização e proporcionando-lhes estágios nas subcontratantes. Isso, porém é difícil de fazer em firmas menores. Sugerimos então a contratação da fiscalização por outras firmas especializadas em impermeabilização; o resultado costuma ser bom, desde que não haja rivalidade entre as duas. Geralmente isso resulta numa conjugação de esforços favorável a um bom resultado.

Nesse sentido, Righi (2009, p.16) afirma que “o rigoroso controle da execução da impermeabilização é fundamental para seu desempenho e, esta fiscalização deve ser feita, não somente pela empresa aplicadora, mas também pelo responsável da obra”.

## 4. DESCRIÇÃO DOS SISTEMAS USADOS

Neste capítulo estão descritas as características e a forma de aplicação dos sistemas de impermeabilização utilizando manta asfáltica e membrana acrílica.

### 4.1 MANTA ASFÁLTICA

A manta asfáltica é um dos sistemas de impermeabilização mais utilizados no Brasil, a qual se difere dos outros métodos de impermeabilização por não ser moldada no local. As mantas são produzidas industrialmente, entregues em formato de rolos e a sua matéria prima provém de produtos de origem asfáltica (Fibersals, 2024).

A NBR 9952: Manta asfáltica para impermeabilização (ABNT, 2014, p. 2) define manta asfáltica como “produto pré-fabricado composto por asfalto como elemento predominante, reforçado com armadura e obtido por calandragem, extensão ou outros processos com características definidas”.

#### **Classificação das mantas asfálticas**

Dentro da classificação dos sistemas de impermeabilização, a manta asfáltica, segundo a NBR 9575 (ABNT, 2010), pertencente ao grupo das mantas asfálticas, devido ao seu principal material constituinte, já para a NBR 9574 (ABNT, 2008) a manta asfáltica se classifica como flexível, devido a sua dureza.

De acordo com a NBR 9952 (ABNT, 2014), “as mantas asfálticas são classificadas de acordo com a tração e alongamento em tipos I, II, III e IV, e a flexibilidade a baixa temperatura em classes A, B e C”. Estas classificações estão na Tabela 2. Além disso, devem possuir as seguintes características, demonstradas na Tabela 3.

Tabela 2 – Parâmetros de ensaios para classificação de mantas asfálticas

Ensaio		Unidade	Tipo				
			I	II	III	IV	
1.Espessura (mínimo)		mm	3 mm	3 mm	3 mm	4 mm	
2.Resistência à tração e alongamento – (longitudinal e transversal)	Tração (mínimo)	N	80	180	400	550	
	Alongamento (mínimo)	%	2	2	30	35	
3.Absorção d'água – Variação em massa (máximo)		%	1,5	1,5	1,5	1,5	
4.Flexibilidade a baixa temperatura	Class e	A	°C	- 10	- 10	- 10	- 10
		B	°C	-5	-5	-5	-5
		C	°C	0	0	0	0
5.Resistência ao impacto a 0° (mínimo)		J	2,45	2,45	4,90	4,90	
6.Escorrimento (mínimo)		°C	95	95	95	95	
7.Estabilidade dimensional (máximo)		%	1%	1%	1%	1%	
8.Envelhecimento acelerado	Mantas asfálticas expostas	Os corpos de prova, após o ensaio, não podem apresentar bolhas, escorrimento, gretamento, separação dos constituintes, deslocamento ou delaminação					
	Mantas asfálticas protegidas ou autoprotégidas						
9.Flexibilidade após envelhecimento acelerado	Class e	A	°C	0	0	0	0
		B	°C	5	5	5	5
		C	°C	10	10	10	10
10. Estanqueidade (mínimo)		m.c.a	5	10	15	7.9	
11. Resistencia ao rasgo (mínimo)		N	50	100	120	7.10	

Fonte: Adaptado de (ABNT, 2014)

Tabela 3– Características das mantas asfálticas

a)	apresentar compatibilidade entre seus constituintes: asfalto, armadura e acabamento nas mantas asfálticas auto protegidas, de modo a formar um conjunto monolítico;
b)	suportar os esforços atuantes para os quais se destinam, mantendo-se estanques;
c)	apresentar superfície plana com espessura uniforme, de bordas paralelas, não serrilhadas;
d)	ser impermeáveis, resistentes à umidade e sem apresentar alteração de seu volume, quando em contato com a água;
e)	resistir aos álcalis e ácidos dissolvidos nas águas pluviais;
f)	apresentar armadura distribuída uniformemente em toda a sua extensão e que não se destaque, descole ou delamine ao longo do tempo.

Fonte: Adaptado de (ABNT, 2014)

De acordo a NBR 9575 (ABNT, 2010), cabe ao responsável técnico definir o tipo de manta asfáltica a ser aplicada na obra. Assim, a NBR 9952 (ABNT, 2014) define algumas especificações para a seleção do projeto de impermeabilização utilizando a manta asfáltica, tais como: o local onde irá ser aplicada; o grau de fissuração previsto; o tipo de carga que irá atuar sobre o local impermeabilizado; a flecha máxima admissível pela estrutura; a exposição às intempéries e forma de aplicação aderida ou não ao substrato.

Desse modo, para a execução da impermeabilização utilizando a manta asfáltica, deve-se tomar cuidados essenciais com a segurança dos trabalhadores, principalmente em lugares confinados. De acordo com a NR33 (Brasil, 2022), espaço confinado é qualquer área ou ambiente não projetado para ocupação humana contínua, que possua meios limitados de entrada e saída, cuja ventilação existente é insuficiente para remover contaminantes ou onde possa existir a deficiência e avanço de oxigênio.

Sobre a impermeabilização utilizando materiais asfálticos em ambientes confinados, a NBR 9574 (2008, p. 13) menciona que:

Devem ser observadas as normas de segurança quanto ao fogo. No caso das impermeabilizações que utilizam materiais asfálticos a quente da mesma forma quando utilizados processos moldados no local, com solventes, cuidados especiais devem ser tomados em ambientes fechados, no tocante ao fogo, explosão e intoxicação, a que o pessoal estiver sujeito, devendo ser prevista uma ventilação forçada.

A MC Bauchemie (2024) afirma que para produtos aplicados em alta temperatura, deve-se utilizar vestimentas e EPIs de segurança: respirador, luvas de raspas, botas, mangote, perneira, avental e óculos de segurança. Também, deve-se manter o ambiente ventilado para aplicação do produto, caso o ambiente seja confinado, o botijão de gás deve ser mantido do lado externo do ambiente. Ainda, deve-se utilizar a máscara semifacial com filtro para vapores orgânicos e obrigatoriamente deve-se fazer o uso da ventilação forçada.

#### **4.1.1 Execução da manta asfáltica**

Neste item será descrito como se deve executar a impermeabilização da manta asfáltica segundo as normas vigentes.

### 1) Preparação do substrato e regularização do contrapiso

A preparação do substrato a NBR 9574 (ABNT, 2008) afirma que “o substrato deve estar limpo, isento de corpos estranhos, restos de formas, pontas de ferragem, restos de produtos desmoldantes ou impregnantes, falhas e ninhos”.

Nesse sentido, no que tange à regularização do piso, a NBR 9574 (ABNT, 2008) afirma que a declividade nas áreas horizontais deve ter no mínimo 1% de caimento na direção dos coletores de água, porém para calhas e áreas internas esta porcentagem sobe para 5%. Segundo a citada norma os cantos devem estar em meia cana e as arestas arredondadas.

### 2) Aplicação do produto de imprimação

Cabe salientar que a NBR 9574 (ABNT, 2008) faz considerações sobre a execução da imprimação, recomendando a aplicação com rolo de lã de carneiro, trincha ou brocha de forma homogênea. Esse procedimento exige a secagem total do primer, exceto para casos de mantas não aderidas ao substrato.

### 3) Abertura das bobinas

Sobre o substrato imprimado, deve-se desenrolar a bobina, alinhando-as e rebobinando, novamente, para garantir o alinhamento e transpasse entre as mantas (ABNT, 2008).

### 4) Fixação da manta asfáltica

Para a aplicação da manta asfáltica, a NBR 9574 (ABNT, 2008) recomenda que seja efetuada a uma temperatura acima de 5°C.

Na aplicação com o maçarico, precisa-se direcionar a chama para a camada imprimada e a face inferior da manta de forma simultânea, para uma aderência de qualidade. Para evitar a formação de bolhas, é necessário pressionar a manta do centro em direção as bordas (ABNT, 2008).

Nas emendas, as sobreposições devem ser no mínimo de 10 cm e devem ser executadas com roletes, espátulas ou colher de pedreiro de pontas arredondadas para a obtenção do selamento. Já nos planos verticais a manta deve ser embutida em uma altura mínima de 20 cm acima do piso acabado ou 10 cm acima do nível máximo que a água pode atingir (ABNT, 2008).

A NBR 9574 (ABNT, 2008) alerta para que a intensidade da chama não danifique a manta e proporcione a aderência necessária entre a manta asfáltica e o substrato imprimado.

#### 5) Teste de estanqueidade

Conforme a NBR 9574 (ABNT, 2008), “após a execução da impermeabilização, recomenda-se ser efetuado ensaio de estanqueidade com água limpa, com duração mínima de 72 h para verificação de falhas na execução do tipo de impermeabilização utilizado”.

#### 6) Camada separadora e proteção mecânica

De acordo com a NBR 9574 (ABNT, 2008), a função da proteção mecânica é proteger a impermeabilização das zonas onde exista a possibilidade da agressão mecânica e promover a proteção contra raios ultravioletas, exceto para as mantas autoprotetidas. Essa proteção deve ser estruturada com tela de fios de arame galvanizado ou plásticos nas áreas verticais e nas áreas horizontais, executada sobre a camada separadora, sendo opcional o uso de armadura para a camada de proteção (ABNT, 2008). Viapol (2024) leciona que a camada separadora “evita que os esforços de dilatação e contração da argamassa de proteção mecânica atuem diretamente sobre a impermeabilização”.

#### 7) Detalhes construtivos

Referente aos detalhes construtivos, a NBR 9574 (ABNT, 2008) afirma que “devem ser cuidadosamente executados os detalhes como, juntas, ralos, rodapés, passagem de tubulações, emendas, ancoragem, etc”. Ainda, a citada norma afirma que os coletores devem ser fixados à estrutura e devem ter um diâmetro nominal mínimo de 75 mm e garantir a manutenção da seção nominal dos tubos exigida no projeto hidrossanitário, mesmo após a execução da impermeabilização.

### 4.2 MEMBRANA ACRÍLICA

Conhecida popularmente por manta líquida, dentre as impermeabilizações moldadas *in loco*, a membrana acrílica é a mais utilizada no Brasil. Sua fabricação é feita partir de polímeros acrílicos (Isocom Impermeabilizantes, 2022).

A NBR 9575 (ABNT, 2010, p.5) define membrana para impermeabilização como, “camada de impermeabilização moldada no local, com características de flexibilidade e com espessura compatível para suportar as movimentações do substrato, podendo ser estruturada ou não”.

### **Classificação das membranas acrílicas**

A classificação das impermeabilizações a membrana acrílica, segundo a NBR 9575 (ABNT, 2010) é classificada como pertencente ao grupo dos poliméricos, devido ao seu principal material constituinte, já para a NBR 9574 (ABNT, 2008) a membrana acrílica se classifica como flexível, devido a sua dureza.

De acordo com a NBR 13321 (ABNT, 2023), para determinar os locais de aplicação as membranas acrílicas são classificadas em classes, esta classificação leva em consideração os seguintes parâmetros: a resistência a tração no seu ponto máximo e mínimo, alongamento na ruptura, mínimo etc. As Tabelas 4, 5, 6, 7 mostram as classificações segundo os seus parâmetros.

Tabela 4 – Requisitos para membranas de classe C

<b>Classe</b>	<b>Descrição</b>	<b>Aplicação</b>	<b>Item</b>	<b>Requisitos</b>	<b>Parâmetros</b>
C	Membrana para coberturas	Lajes, telhados e coberturas com caimento	1.1	Resistência à tração no ponto máximo – mínimo	1,5 MPa
			1.2	Alongamento na ruptura – mínimo	100 %
			1.3	Resistência à tração no ponto máximo após envelhecimento 1 000 h – mínimo	1,5 MPa
			1.4	Alongamento na ruptura após o envelhecimento 1 000 h – mínimo	100 %
			1.5	Determinação de resistência de aderência – Método B – mínimo	0,5 MPa
			1.6	Absorção de água por sete dias – máximo	15 %

Fonte: Adaptado de (ABNT, 2023)



Tabela 5 – Requisitos para membranas de classe P

Classe	Descrição	Aplicação	Item	Requisitos	Parâmetros
P	Membrana protegida	Membrana protegida por revestimentos cerâmicos ou cimentícios, exceto fachadas, piscinas e reservatórios	2.1	Resistência à tração no ponto máximo – mínimo	1,5 MPa
			2.2	Alongamento na ruptura – mínimo	100 %
			2.3	Resistência à tração no ponto máximo após imersão por sete dias – mínimo	0,9 MPa
			2.4	Alongamento na ruptura após imersão por sete dias – mínimo	100 %
			2.5	Determinação de resistência de aderência – Método B – mínimo	0,5 MPa
			2.6	Determinação de resistência de aderência à tração após a imersão – mínimo	0,5 MPa
			2.7	Absorção de água por sete dias – máximo	12 %

Fonte: Adaptado de (ABNT, 2023)

Tabela 6 – Requisitos para membranas de classe R

Classe	Descrição	Aplicação	Item	Requisitos	Parâmetros
R	Membrana para reservatório	Membranas acrílicas destinadas à impermeabilização de reservatórios, exceto piscinas	3.1	Resistência à tração no ponto máximo – mínimo	1,5 MPa
			3.2	Alongamento na ruptura – mínimo	100 %
			3.3	Resistência à tração no ponto máximo após imersão por sete dias – mínimo	0,9 MPa
			3.4	Alongamento na ruptura após imersão por sete dias – mínimo	100 %
			3.5	Determinação de resistência de aderência – Método B – mínimo	0,5 MPa
			3.6	Determinação de resistência de aderência após a imersão – mínimo	0,5 MPa
			3.7	Absorção de água por sete dias – máximo	12 %
			3.8	Absorção de água por 28 dias – máximo	12 %
			3.9	Estanqueidade sob pressão positiva – 0,25 MPa	Sem infiltrações
			3.10	Determinação da potabilidade da água após o contato	Atende

Fonte: (ABNT, 2023)

Tabela 7 – Requisitos para membranas de classe F

Classe	Descrição	Aplicação	Item	Requisitos	Parâmetros
F	Membrana para fachada	Membranas acrílicas destinadas à impermeabilização de paredes e fachadas	4.1	Resistência à tração no ponto máximo – mínimo	1,5 MPa
			4.2	Alongamento na ruptura – mínimo	100 %
			4.3	Resistência à tração no ponto máximo após envelhecimento por 300 h – mínimo	1,5 MPa
			4.4	Alongamento na ruptura após envelhecimento por 300 h – mínimo	75 %
			4.5	Determinação de resistência de aderência – Método B – mínimo	0,5 MPa
			4.6	Absorção de água por sete dias – máximo	15 %

Fonte: (ABNT, 2023)

Segundo a MC Bauchimie (2024), a membrana acrílica tem vantagens como:

- facilidade na aplicação utilizando um rolo de lã de carneiro;
- a membrana vem pronta para uso;
- liberação da área impermeabilizada devido a sua cura rápida;
- a membrana traz alta aderência a argamassas colantes ACII e ACIII;
- alta flexibilidade e elasticidade;
- devido a sua resistência a alta alcalinidade da argamassa, a membrana acrílica dispensa a proteção mecânica.

### 4.2.1 Execução da membrana acrílica

Neste item será descrito como se deve executar a impermeabilização da membrana acrílica segundo as normas vigentes.

#### 1) Preparação do substrato e regularização do contrapiso

Segundo a NBR 9574 (ABNT, 2008), na preparação do substrato, o produto deve se encontrar firme, seco, regular, limpo, isento de corpos estranhos, restos de formas, pontas de ferragem, restos de produtos desmoldantes ou impregnantes, falhas e ninhos. Ainda, deve ter declividade nas áreas horizontais de no mínimo 2% em direção aos coletores de água. Cantos devem estar em meia cana e as arestas arredondadas.

#### 2) Imprimação

A NBR 9574 (ABNT, 2008) afirma que na imprimação, deve-se aplicar uma demão do produto com rolo de lã de carneiro, trincha ou brocha de forma homogênea aguardando sua total secagem. A norma também afirma que se pode utilizar como produto de imprimação um cimento modificado com polímero, uma argamassa polimérica ou o próprio produto diluído, conforme as recomendações do fabricante.

#### 3) Aplicação das demãos da membrana

A NBR 9574 (ABNT, 2008) estabelece que, na aplicação da membrana acrílica deve-se aplicar uma demão com rolo de lã de carneiro, trincha ou brocha, de forma homogênea, e estender o estruturante com sobreposição, mínima, de 10 cm. Após a aplicação da primeira demão, deve-se aguardar a secagem completa do produto e, posteriormente, aplicar as demãos subsequentes, respeitando o consumo recomendado pelo fabricante. A norma também recomenda o cuidado na aplicação para garantir o cobrimento total do estruturante e caso haja mais de um estruturante, deve-se repetir o procedimento. Nesse sentido, a NBR 9574 (ABNT, 2008) reafirma que “o consumo, a secagem entre demãos, ferramentas e instruções de segurança devem seguir as recomendações do fabricante”.

#### 4) Teste de estanqueidade

Conforme NBR 9574 (ABNT, 2008), “após a execução da impermeabilização, recomenda-se ser efetuado ensaio de estanqueidade com água limpa, com duração mínima de 72 h para verificação de falhas na execução do tipo de impermeabilização utilizado”.

#### 5) Proteção mecânica

A NBR 9574 (ABNT, 2008) afirma que a membrana acrílica dispensa a proteção mecânica, ou logo então, pode ficar exposta.

#### 6) Detalhes construtivos

De acordo com a MC Bauchemie (2024), é preciso utilizar uma tela de poliéster (como armadura de reforço) nos encontros de parede de gesso acartonado ou blocos de alvenaria com o contrapiso e nos ralos, devido à diferença de movimentação dos diferentes materiais.

## 5. METODOLOGIA

A pesquisa foi realizada a partir de dois estudos de caso, realizados em dois empreendimentos de prédios residenciais, localizados nos bairros Boa Vista e Mont'Serrat, ambos localizados na cidade de Porto Alegre. Os critérios levados em consideração para a escolha das edificações foram a localização do empreendimento a qualidade das construtoras. Foi analisada a execução dos sistemas de impermeabilização de box de banheiros com paredes de gesso acartonado, um utilizando o sistema de manta asfáltica e outro utilizando o sistema de membrana acrílica. Ainda, foram analisados os critérios para as seleções do sistema de impermeabilização escolhido pela construtora.

O estudo foi dividido em sete etapas:

- a) visitas nas obras para coleta de fotos, dados e demais informações;
- b) estudo dos procedimentos e instruções de trabalho das construtoras;
- c) acompanhamento dos procedimentos executados;
- d) entrevistas com os responsáveis técnicos pela execução e fiscalização da qualidade dos sistemas executados;
- e) análise de execução conforme as normativas;
- f) análise de tempo de execução;
- g) análise de custo de execução.

As quais serão descritas e detalhadas ao longo deste trabalho.

## 6. DESCRIÇÃO DOS ESTUDOS DE CASO

### 6.1 CASO 1: IMPERMEABILIZAÇÃO DE BOX COM MANTA ASFÁLTICA

Para observar a execução da impermeabilização utilizando manta asfáltica, foi escolhida a obra de um edifício residencial multifamiliar, de alto padrão, (Figura 2), localizado em Porto Alegre – RS, no bairro Mont’Serrat, com tipologias de 104 m<sup>2</sup>, 2 suítes, churrasqueira, lareira, área social de 29 m<sup>2</sup>, lavabo, sacada e 2 vagas de garagem. As vedações externas do empreendimento são compostas por alvenaria de blocos cerâmicos e as internas por placas de gesso acartonado. A estrutura é feita de concreto armado. A Figura 3 mostra o layout da planta baixa do apartamento tipo do empreendimento.

Figura 2 – Fachada principal do empreendimento



Fonte: Foto do autor

Figura 3 – Planta baixa do apartamento tipo do empreendimento



Fonte: Arquivo incorporadora

A obra foi executada por uma construtora com mais de 40 anos de experiência em construção. Foram acompanhadas todas as unidades de box de banheiros impermeabilizados, durante no ano de 2022. A execução do sistema de impermeabilização foi feita por meio de mão de obra terceirizada e especializada em impermeabilização na construção civil.

Mesmo com a obrigatoriedade do projeto de impermeabilização em edificações da norma NBR 9575 (ABNT, 2010), para esta obra não foi realizado o projeto de impermeabilização. Quando questionado pela ausência de projeto, o responsável técnico frisou que seria um custo desnecessário, pois eles já executavam os mesmos procedimentos há anos e eles só faziam a graficação de um croqui das áreas a serem impermeabilizadas, ignorando o determinado pela norma.

Para a justificativa da escolha do sistema de impermeabilização, com manta asfáltica, o responsável técnico apontou que a construtora há 20 anos utiliza o método com manta asfáltica e nunca tiveram casos de manifestações patológicas referente à impermeabilização de box de banheiro, sendo assim considerado um sistema de confiança da construtora.

Cabe salientar que, para a execução das atividades, a construtora tem procedimentos internos que devem ser obrigatoriamente seguidos, visando manter o controle de qualidade das obras. Esses documentos são chamados de PES (PROCEDIMENTO DE EXECUÇÃO DE SERVIÇOS). Para a execução da impermeabilização é utilizada a PES de número 42, ENG-



042-PES. O as etapas de imprimação e aplicação da manta não constam no documento. Quando questionado, o responsável técnico afirma que ao fiscalizar o serviço de impermeabilização, a empresa terceirizada segue as normativas.

Antes de dar início a execução da impermeabilização, a construtora exige que já estejam executados os montantes da estrutura das paredes de gesso acartonado, pois estas estruturas fixarão os rodapés metálicos que servirão para o embutimento da manta asfáltica. É interessante analisar que essa forma de execução não precisa do plaqueamento das placas de gesso acartonado. O responsável técnico explicou que, com esse sistema eles conseguem liberar frentes de trabalho da impermeabilização e assim ganhar tempo na execução da obra.

Para dar início ao procedimento, a empresa terceirizada limpou a região a ser impermeabilizada, removendo entulhos, restos de argamassa ou outros materiais aderidos à base.

Os rodapés metálicos que servem para o embutimento da manta impermeabilizante, foram fixados nos montantes da parede de gesso acartonado, como indica o item 1 da Figura 04, e foram prolongados até o primeiro montante no limite do box para evitar que fiquem em balanço. A altura do rodapé metálico é de 20 cm acima do piso como indicado pelo item 2 da Figura 04.

Para esse caso, em que um dos lados é em alvenaria, foi criada uma canaleta com a altura de 25 cm e profundidade de 3 cm para encaixe da manta, como indica o item 3 da Figura 04. Essa canaleta foi chapiscada em cimento e areia com traço 1:3 e na aresta da alvenaria em encontro a laje, foi feito o canto boleado (arredondado) com um raio cerca de 5cm. Na Figura 05, está a ilustração do detalhamento dessa canaleta.

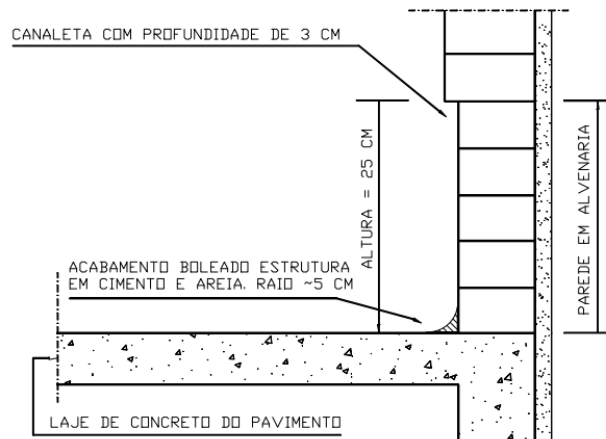
Antes da execução do piso de nivelamento, a laje de concreto sob o piso do box foi lavada e aplicada uma camada de aderência a rolo, com traço 1:3, como indicado pelo item 4 da Figura 4.

Figura 4 –Item1: montante para estrutura de gesso acartonado, item 2: rodapé metálico, item 3: canaleta do rodapé em alvenaria e item 4: camada de aderência em piso de concreto



Fonte: Foto do autor

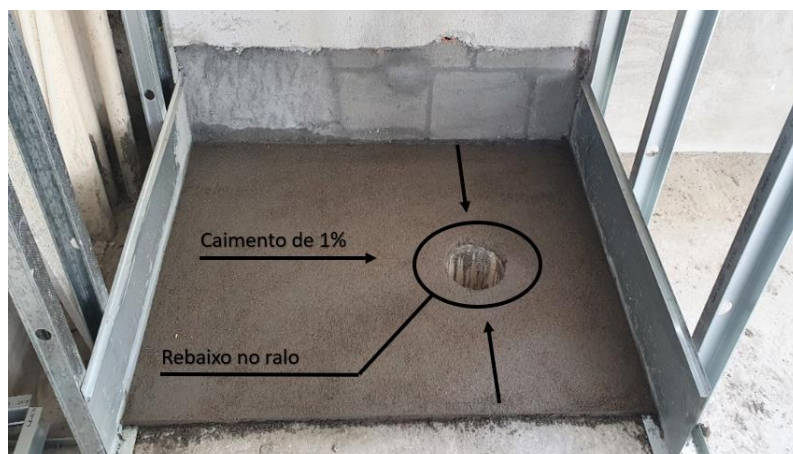
Figura 5 –Detalhamento da canaleta em alvenaria



Fonte: Feito pelo autor

Após 24 horas de aplicação da camada de aderência, foi executado o contrapiso de cimento e areia com o traço 1:3. Um detalhe muito importante, é o caimento que deve ser no mínimo 1% como indicado na Figura 6. Para tal, foi executada uma mestra em forma de anel em volta do ralo, com altura suficiente para obter o caimento desejado. Também, foi executado um rebaixo de 1 cm de profundidade no piso em volta do ralo em uma área determinada pelo raio do ralo acrescido de 12 cm, como indicado na Figura 6. O acabamento do piso foi do tipo cimento queimado.

Figura 6 – Contrapiso com caimento para o ralo



Fonte: Foto do autor

Após a conclusão do contrapiso e rodapés, foi instalada uma mureta de granito com altura de 10 cm que servirá de limite para o piso de nivelamento, além de funcionar como rodapé frontal para a futura impermeabilização, como mostra a Figura 7. Quando foi colocada a primeira mureta, teve-se cuidado para não estragar o piso cimentado já executado.

A tira da mureta foi colocada com argamassa colante, tendo o cuidado para que o material de assentamento fique sem falhas. Sua colocação foi verificada para estar no esquadro em relação às paredes do banheiro e foi verificado o seu nível.

Após um dia da cura do contrapiso de regularização, foi aplicado o primer asfáltico para mantas. O produto foi homogeneizado e, em seguida, aplicado puro, em uma única demão, respeitando o consumo mínimo por  $m^2$ , o seu tempo de secagem é de 3 a 5 horas. O primer foi aplicado com trincha nas regiões de rodapés e ralo, como mostra a Figura 7.

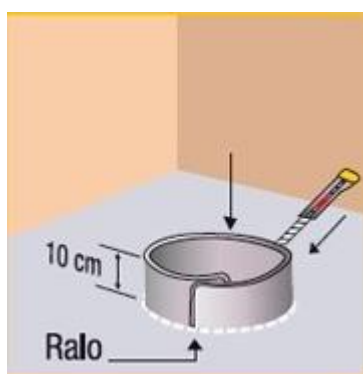
Figura 7 – Box com a primeira pedra colocada e imprimado



Fonte: Foto do autor

Após a aplicação do primer, foi aguardado 5 horas para a secagem, antes de dar início a aplicação da manta asfáltica. A aplicação da manta foi iniciada pelo ralo e depois foi seguida pela parte mais baixas da superfície para que as emendas obedecessem ao sentido do escoamento da água. Para o arremate do ralo e tubulação passante, foi feito um recorte de manta asfáltica na medida de 35 x 15 cm e enrolado na forma de cilindro. Com o calor do maçarico, foi colado 5 cm da manta na parte interna do ralo (dentro do cano), deixando cerca de 10 cm de manta para fora, como observado na Figura 8.

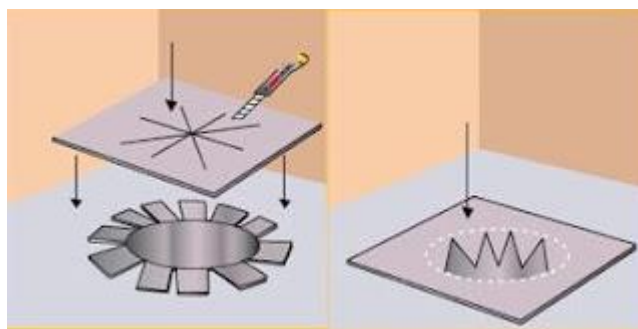
Figura 8 – Detalhe construtivo do ralo



Fonte: Blogspot, 2024

Com um estilete, foi cortada em tiras a manta asfáltica que ficou acima do nível do piso e para aderir à superfície que recebeu o primer, com o auxílio de uma colher de pedreiro e de um maçarico de gás GLP, foi sobreposto um pedaço de manta asfáltica na medida de 35 x 35 cm em todo o diâmetro do ralo. Esse pedaço de manta foi cortado em forma de pizza. Logo após, foram aderidas as pontas da manta asfáltica à parte interna do tubo, com o auxílio de uma colher de pedreiro aquecida, previamente revestida, fazendo o biselamento, como mostra a Figura 9.

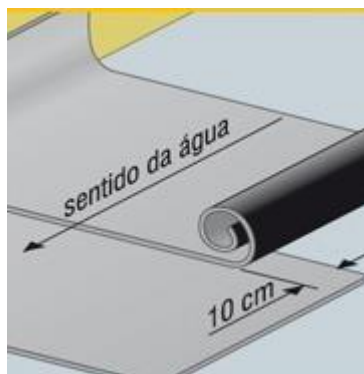
Figura 9 – Detalhe construtivo do ralo



Fonte: Blogspot, 2024

Logo após, foram estendidos os rolos de manta asfáltica sobre a superfície a tratar, no sentido oposto ao fluxo da água, a partir do ralo. Então, foram colocadas as mantas, sobrepostas uma à outra obedecendo à faixa de emenda de no mínimo 10 cm, como mostra a Figura 10.

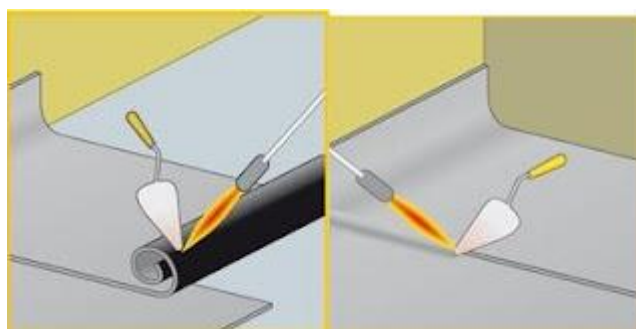
Figura 10 – Aplicação da manta asfáltica



Fonte: Blogspot, 2024

Foi aproximada a chama do maçarico da parte que ficaria aderida à superfície, aquecendo o suficiente para que o filme plástico derreta e o asfalto fique levemente exposto. A manta foi aplicada de forma simultânea e pressionada do sentido do centro a bordas para evitar que se formem bolhas de ar. Foi feito o biselamento pressionando a ponta da colher de pedreiro aquecida sobre as emendas, para garantir uma perfeita vedação, sempre com a utilização do maçarico de gás GLP, como mostra a Figura 11.

Figura 11 – Aplicação da manta asfáltica



Fonte: Blogspot, 2024

Após a aplicação da manta, foi feita a vedação do ralo com um pedaço de manta na medida de 35 x 35 cm para que seja impedida a fuga da água no teste de estanqueidade. Na Figura 12, pode-se ver a aplicação da manta por completo e a execução da vedação do ralo com um auxílio de uma colher de pedreiro.



Figura 12 – Aplicação da manta asfáltica e vedação do ralo



Fonte: Foto do autor

Após a execução da impermeabilização e a vedação do ralo, foi feito o teste de estanqueidade, esse teste foi executado com uma lâmina de água com cerca de 5 cm de altura por 72 h, como mostra a Figura 13. Esse teste foi comprovado com sucesso.

Figura 13 – Teste de estanqueidade



Fonte: Foto do autor

Após a conclusão do teste de estanqueidade, foi retirada a vedação do ralo com cuidado, o local foi esvaziado. Antes de iniciar a execução da proteção mecânica, foi aplicada uma camada separadora plástica que serve para separar a manta asfáltica da proteção mecânica. Foi iniciada a execução da proteção mecânica no piso (com o mesmo caimento do piso preparado) e o chapisco do tipo desempenado para o revestimento de argamassa dos rodapés (medido pela espessura da chapa a ser colocada na estrutura do box), e assim concluído, como mostra a Figura 14. Após a conclusão dos chapiscos dos rodapés eles são revestidos com argamassa de cimento e areia como mostra a Figura 15.

Figura 14 – Box impermeabilizado com a proteção mecânica e rodapés chapiscados



Fonte: Foto do autor

Figura 15 – Box impermeabilizado com a proteção mecânica e rodapés revestidos



Fonte: Foto do autor

Após a impermeabilização do box concluída, foram instaladas as instalações hidráulicas. Posteriormente, foram instaladas placas de gesso acartonado resistente à umidade (RU), que são identificadas visualmente por terem uma coloração verde, como mostram as Figuras 16 e 17.

Figura 16 – Instalações hidráulicas e placas de gesso acartonado concluídas



Fonte: Foto do autor

Figura 17 – Instalações hidráulicas e placas de gesso acartonado concluídas



Fonte: Foto do autor



Após execução das instalações hidráulicas e o plaqueamento das placas de gesso acartonado, foi aplicado nos encontros entre as paredes de gesso acartonado com as paredes de alvenaria, uma demão de argamassa polimérica. Logo após a primeira demão, foi aplicada uma tela de poliéster e posteriormente uma segunda demão. Nos pontos hidráulicos, chuveiro e registro foram aplicados delimitadores de profundidade, impermeáveis e flexíveis, executados com espuma de polietileno. Logo após foi aplicada uma camada de poliuretano. Após este procedimento, somente na parede onde está localizado o chuveiro, foi aplicada três demãos de uma membrana acrílica monocomponente. As demãos foram aplicadas no sentido de cruz, na Figura 18 mostra a impermeabilização da parede hidráulica completa.

Figura 18 – Instalações hidráulicas e placas de gesso acartonado concluídas



Fonte: Foto do autor

Após a aplicação da membrana acrílica na parede do chuveiro, foi colocada a segunda mureta na forma em que os funcionários chamam de “*sanduíche*”. Nesta etapa, deve-se cuidar para que a segunda mureta não comprima a manta, como indicado na Figura 19.

Figura 19 – Colocação da segunda mureta



Fonte: Foto do autor

A construtora utiliza revestimento cerâmico nos banheiros. Além da região do box, foram aplicadas duas demãos de argamassa polimérica nos rodapés e duas demãos de membrana acrílica na região onde fica localizado o lavatório do banheiro, como mostra a Figura 20. Essa região impermeabilizada tem altura de 50 cm e o seu comprimento varia de acordo com o comprimento do tampo do lavatório.

Figura 20 - Box com revestimento cerâmico e impermeabilização nas demais áreas do banheiro



Fonte: Foto do autor

Assim, a impermeabilização do banheiro foi completamente executada e o seu revestimento cerâmico aplicado em todos os locais, como mostra a Figura 21. Essa sequência de atividades permite que o trabalho de impermeabilização dos boxes seja adiantado, em sequência imediata da instalação hidráulica e das placas de gesso acartonado.

Figura 21 – Box com impermeabilização e revestimento cerâmico finalizado



Fonte: Foto do autor

## 6.2 CASO 2: IMPERMEABILIZAÇÃO DE BOX COM MEMBRANA ACRÍLICA

Para observar a execução da impermeabilização usando membrana acrílica, foi escolhida a obra de um edifício residencial multifamiliar, de médio padrão, como mostra a Figura 22, localizado em Porto Alegre – RS, no bairro Boa Vista, com tipologias de 156 m<sup>2</sup>, com 3 dormitórios, sendo 3 suítes e de 2 a 3 vagas de garagem. As vedações externas do empreendimento são compostas por alvenaria de blocos cerâmicos e as internas por placas de gesso acartonado. A estrutura é feita de concreto armado.

Figura 22 – Fachada principal do empreendimento



Fonte: Arquivo construtora

O empreendimento contém 4 tipologias de apartamentos, sendo elas: Apartamento 1 dormitório frente, Apartamento 1 dormitório ponta, Apartamento 2 dormitórios + jantar e Loft Sim, como mostram as Figuras 23, 24, 25 e 26.

Figura 23 – Planta baixa do Apartamento 1 frente



Fonte: Arquivo construtora

Figura 24 – Planta baixa do Apartamento 1 ponta



Fonte: Arquivo construtora

Figura 25 – Planta baixa do Apartamento 2 dormitórios + jantar



Fonte: Arquivo construtora

Figura 26 – Planta baixa do Apartamento 2 dormitórios + jantar



Fonte: Arquivo construtora

A obra foi executada por uma construtora com mais de 52 anos de experiência no ramo. Foi acompanhada parte das unidades impermeabilizadas durante a execução do edifício no ano de 2023. A execução do sistema de impermeabilização foi feita por meio de mão de obra terceirizada e especializada em impermeabilização na construção civil.

Mesmo com a obrigatoriedade da execução do projeto de impermeabilização em edificações da norma NBR 9575 (ABNT 2010), nessa obra não foi realizado projeto de impermeabilização.

Para a execução das atividades, a construtora tem procedimentos internos que devem ser obrigatoriamente seguidos, visando manter o controle de qualidade das obras. Esses documentos são chamados de IT (INSTRUÇÕES DE TRABALHO). Para a execução da impermeabilização, é utilizada a IT de número 58 juntamente com a ficha de instruções do fabricante.

Para a justificativa da escolha do sistema de impermeabilização, com membrana acrílica executada em duas demãos, a empresa diz que o sistema tem as vantagens de ter uma aplicação rápida e com um custo menor. Esse sistema de impermeabilização nos boxes passou a ser implementado há cerca de 2 anos. Antes era executado com o sistema de impermeabilização com duas demãos de argamassa polimérica.

Para dar início a execução deste sistema de impermeabilização, é necessário que as instalações hidráulicas e o sistema de vedação horizontal em gesso acartonado estejam instalados no local. A construtora utiliza placas de gesso acartonado resistente à umidade (RU), que são identificadas visualmente por terem uma coloração verde.

Já com as instalações hidráulicas e o sistema de vedação em gesso acartonado devidamente instalados, foi feita uma mureta de alvenaria de 10 cm de altura. Logo após, o substrato foi limpo, retirando partículas soltas como poeira, óleos, nata de cimentos e outros contaminantes.

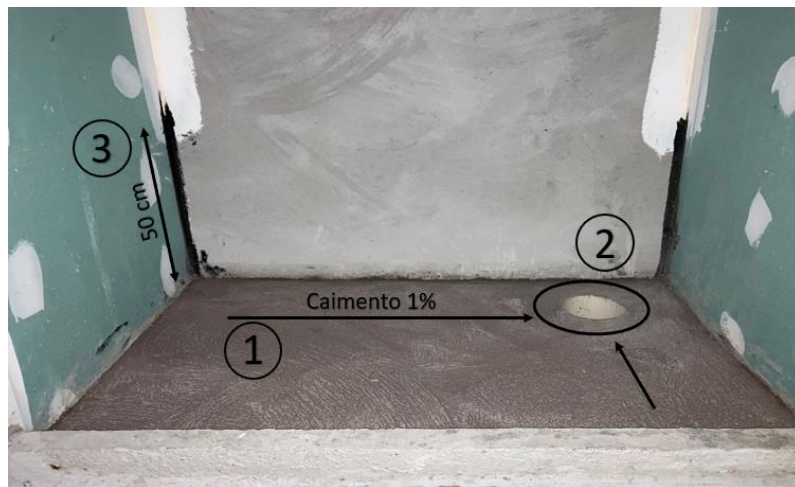
Antes de fazer o contrapiso, foi aplicada uma camada de aderência com o traço 1:3 utilizando uma desempenadeira. Logo após, no box do banheiro, foi executado um contrapiso de cimento e areia com traço 1:3, observando o correto caimento para os ralos. Na Figura 27, podemos ver o contrapiso já feito com o caimento adequado para o ralo, indicado pelo item 1, esse caimento é de 1%. O item 2 da Figura 27, indica um rebaixo que foi executado, com 2 cm de profundidade no piso, em volta do ralo em uma área, centrada pelo ralo, com o raio de 50 cm. A Figura 28



mostra esse detalhe, conforme pede o documento de instrução de impermeabilização da empresa.

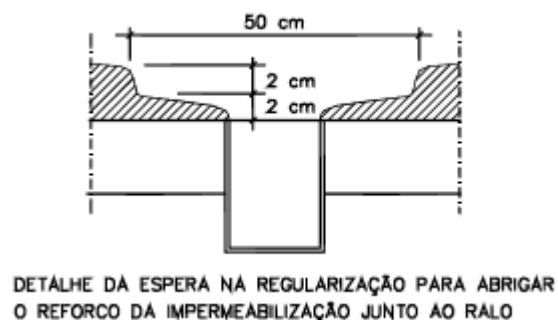
Para ajudar no tratamento das juntas entre a placa de gesso e a alvenaria, um dos pontos críticos nessa impermeabilização, é aplicado um selante de silicone monocomponente, produto específico para absorver as movimentações entre os diferentes materiais. Esse produto é aplicado até uma altura de 50 cm, como indica o item 3 da Figura 27.

Figura 27 – Item 1: Caimento no piso, item 2: Rebaixo no ralo, item 3: produto para as juntas de movimentação



Fonte: Foto do autor

Figura 28 – Detalhe do rebaixo do ralo



Fonte: Instrução de trabalho



A membrana acrílica vem pronta para uso, apenas necessitando ser homogeneizada com um misturador mecânico, como mostra a Figura 29.

Figura 29 – Homogeneização da membrana acrílica



Fonte: MC Bauchemie, 2024

Logo após a cura do contrapiso e a homogeneização do produto, a primeira demão da membrana acrílica foi iniciada, utilizando um pincel, nos pontos críticos, que são: ralo, encontros de parede de gesso acartonado com alvenaria ou piso de concreto. Na sequência, foi executada a aplicação no restante da área com uso de rolo de lã de carneiro, conforme a Figura 30. Dessa forma, rodapés e ralos sempre terão uma camada de reforço. A altura da aplicação do produto é de 50 cm acima do piso. Logo após o produto obter uma cor azul mais escuro (indicando a cura), foi aplicada uma segunda demão nos cantos e ralo, como mostra a Figura 30.

Figura 30 – Primeira demão do impermeabilizante acrílico com reforço nos cantos e ralos



Fonte: Foto do autor

Após a aplicação da primeira demão, foi aguardado 2 h, conforme a recomendação do fabricante, para que se inicie o tratamento nos pontos críticos e a aplicação da segunda demão. Para o tratamento nos pontos críticos, foi aplicada uma tela de poliéster revestida com PVC como reforço da impermeabilização, devido à movimentação dos diferentes materiais. Essa tela de reforço foi aplicada nos cantos sobre a camada fresca da membrana acrílica, como mostra a Figura 31.

Figura 31 – Aplicação de tela de poliéster nos cantos



Fonte: Foto do autor

A aplicação da tela de poliéster no ralo requer mais atenção. Foi cortado um pedaço de tela, com 20 cm de comprimento e uma largura com a mesma medida da circunferência do ralo. Após, é cortada em tiras de 15 cm de comprimento de modo que as tiras fiquem para fora e a tela desça 5 cm para dentro do ralo, como mostra a Figura 32.

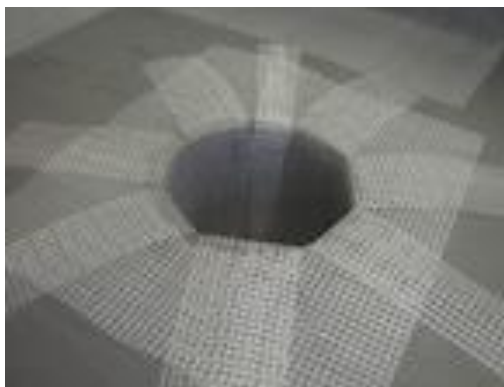
Figura 32 – Aplicação de tela de poliéster no ralo



Fonte: Dakron, 2024

Após esse passo, é cortado um pedaço com medidas de 35 x 35 cm. Esse pedaço foi cortado em forma de pizza em torno do diâmetro do ralo, para que as pontas da tela de poliéster fiquem aderidas à parte interna do tubo, como mostra a Figura 33.

Figura 33 – Aplicação de tela de poliéster no ralo



Fonte: Dakron, 2024

Logo após a aplicação da tela, foi iniciada uma segunda demão. Primeiramente aplicada nos cantos, rodapés e ralo com um pincel e na sequência nos locais restantes com um rolo de lã de carneiro. Após concluída a aplicação, como mostra a Figura 34, foi aguardada a secagem de 8 h para a liberação do teste de estanqueidade, conforme a recomendação do fabricante.

Figura 34 – Aplicação da segunda demão da membrana acrílica



Fonte: Foto do autor

Nas Figuras 35, 36 e 37 podemos ver os pontos críticos já com as telas e a segunda demão da membrana acrílica aplicada.

Figura 35 – Ponto crítico, mureta, com tela de poliéster e segunda demão de membrana acrílica



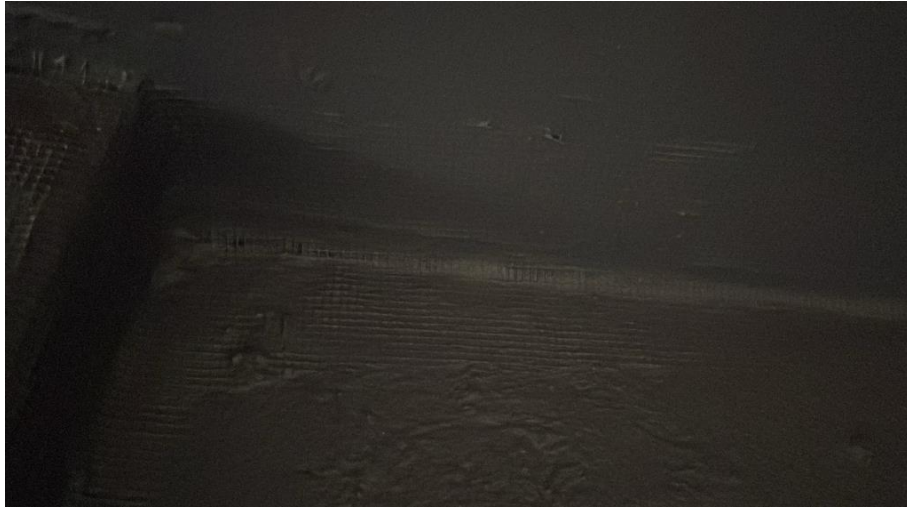
Fonte: Foto do autor

Figura 36 – Ponto crítico, ralo, com tela de poliéster e segunda demão de membrana acrílica



Fonte: Foto do autor

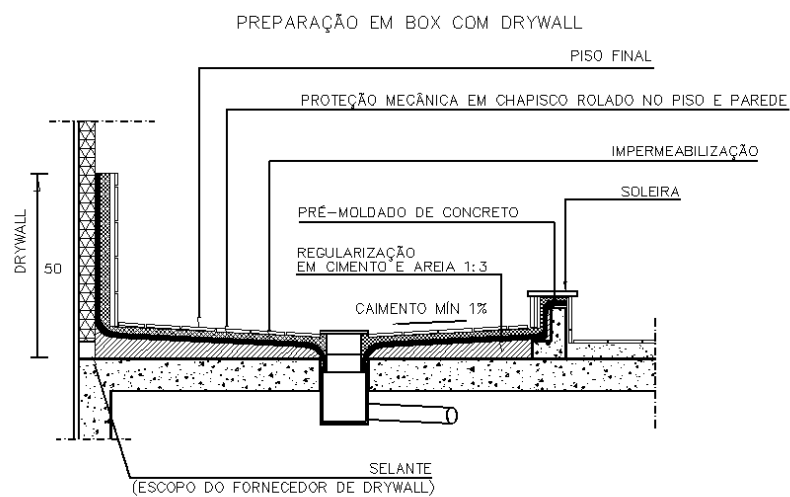
Figura 37 – Ponto crítico, cantos, com tela de poliéster e segunda demão de membrana acrílica



Fonte: Foto do autor

Na Figura 38, podemos ver o esquema de impermeabilização completo, segundo o documento de procedimento da empresa.

Figura 38 – Esquema de impermeabilização completo



OBSERVAÇÕES:

- 1) UTILIZAR TELA DE POLIÉSTER DE REFORÇO NOS CANTOS E RALOS
- 2) IMPERMEABILIZAR EMERGENTES QUANDO EM DRYWALL

Fonte: Instrução de trabalho

Antes de dar início ao teste de estanqueidade, foi aplicado um salva ralo, composto por um pedaço de poliestireno expandido, selado com uma demão de selante poliuretano, para estancar o sistema, como mostra a Figura 39.

Figura 39 – Aplicação do salva ralo



Fonte: Foto do autor

O local foi submetido a água com uma altura de 5 cm por 72 horas, como mostra a Figura 40. Após esse prazo, sem nenhum vazamento, o procedimento foi aprovado com sucesso e toda a área foi esvaziada.

Figura 40 – Teste de estanqueidade em andamento



Fonte: Foto do autor



Após o teste de estanqueidade, foi feita uma camada de chapisco rolado, com o traço 1:3, para o assentamento do revestimento cerâmico, como mostra a Figura 41.

Figura 41 – Massa de aderência aplicada



Fonte: Foto do autor

Após a aplicação da camada de chapisco rolado nos pontos hidráulicos, chuveiro e registro, foram aplicados delimitadores de profundidade, impermeáveis e flexíveis, elaborados com espuma de polietileno. Posteriormente, foi aplicada uma camada de poliuretano e uma camada de membrana acrílica, como mostra a Figura 42. Também, foi aplicada, nos encontros entre as paredes de gesso acartonado com as paredes de alvenaria, uma demão de membrana acrílica. Logo após a primeira demão, foi aplicada uma tela de poliéster e posteriormente uma segunda demão. Assim, a impermeabilização do box do banheiro está completa.

Figura 42 – Pontos hidráulicos impermeabilizados



Fonte: Foto do autor

A construtora afirma impermeabilizar somente a área do box. Já nas demais áreas do banheiro, é feita a impermeabilização dos pontos emergentes, tais como canos provenientes da laje de concreto. Após a impermeabilização das áreas molháveis, a impermeabilização do banheiro está completa.



## 7. ANÁLISE DE EXECUÇÃO DOS ESTUDOS DE CASO

Neste capítulo são analisados os procedimentos realizados pelas construtoras referentes às exigências das normas NBR 9574 (ABNT, 2008), NBR 9575 (ABNT, 2010), NBR 9952 (ABNT, 2014), NBR 13321 (ABNT, 2023), NBR 15575-1 (ABNT, 2021), NBR (15575-3 (ABNT, 2013) e a norma regulamentadora NR 33.

### 7.1 ANÁLISE DE EXECUÇÃO DA CONSTRUTORA A, IMPERMEABILIZAÇÃO UTILIZANDO MANTA ASFÁLTICA.

Para a execução da impermeabilização utilizando manta asfáltica, foi verificado o atendimento às seguintes exigências normativas:

- a) Exigência normativa referente à segurança de trabalho em espaços confinados: a construtora deixou o espaço ventilado durante todo o tempo de execução do serviço com utilização do maçarico.
- b) exigência normativa referente ao projeto de impermeabilização: a construtora não utilizou projeto de impermeabilização;
- c) exigências normativas referentes à preparação do substrato e regularização do contrapiso: o substrato estava limpo e livre de corpos estranhos; a declividade do contrapiso respeitou o percentual de 2% em direção aos coletores de água;
- d) exigências normativas referentes à aplicação do produto de imprimação: o produto foi aplicado de maneira correta, com trincha, e de forma homogênea, respeitando o tempo de secagem exigido pelo fabricante;
- e) exigências normativas referentes à abertura das bobinas: as bobinas foram desenroladas corretamente sobre o substrato imprimado;
- f) exigências normativas referentes à fixação da manta asfáltica: a manta asfáltica foi aplicada em temperatura acima de 5°. Foi aplicada do centro às bordas com colher de pedreiro. As sobreposições foram maiores que 10 cm e foi respeitada a altura mínima de ancoragem da manta nos rodapés. A intensidade da chama do maçarico foi controlada, não danificou a manta e ficou bem aderida à superfície;

g) exigências normativas referentes ao teste de estanqueidade: A impermeabilização foi submetida ao teste de estanqueidade com a altura da lamina d'água de 5 cm por 72 h, o teste foi comprovado com sucesso;

h) exigências normativas referentes à camada separadora e a proteção mecânica: foi aplicada a camada separadora e posteriormente a proteção mecânica;

i) exigências normativas referentes aos detalhes construtivos (juntas, ralos, rodapés, passagem de tubulações, emendas e ancoragem): os detalhes construtivos foram cuidadosamente executados.

j) exigências normativas referentes a impermeabilização completa da área do banheiro: a impermeabilização completa somente foi aplicada no box, nas demais áreas do banheiro, foi aplicada argamassa polimérica nos rodapés e membrana acrílica na região dos tampos.

## 7.2 ANÁLISE DE EXECUÇÃO DA CONSTRUTORA B, IMPERMEABILIZAÇÃO UTILIZANDO MEMBRANA ACRÍLICA.

Para a execução da impermeabilização utilizando membrana acrílica, foi verificado o atendimento às seguintes exigências normativas:

a) exigências normativas referentes à preparação do substrato e regularização do contrapiso: o substrato estava firme, seco, regular, limpo, isento de corpos estranhos, restos de formas, pontas de ferragem, restos de produtos desmoldantes ou impregnantes, falhas e ninhos; a declividade do contrapiso respeitou o percentual de 2% em direção aos coletores de água;

b) exigências normativas referentes à aplicação do produto de imprimação: não foi aplicado primer para a imprimação da membrana acrílica, o fabricante deixa claro que só é necessário a imprimação em superfícies muito porosas. Não teve teste de comprovação no local impermeabilizado pela construtora em relação a porosidade do piso de concreto;

c) exigências normativas referentes à aplicação das demãos da membrana acrílica: foram aplicadas as demãos com rolo de lã de carneiro. Foi respeitada a sobreposição mínima de 10 cm do estruturante. Foi respeitado o tempo de 2 h entre demãos e o consumo recomendado pelo fabricante;

d) exigências normativas referentes ao teste de estanqueidade: A impermeabilização foi submetida ao teste de estanqueidade com a altura da lamina d'água de 5 cm por 72 h, o teste foi comprovado com sucesso;

e) exigências normativas referente à camada separadora e a proteção mecânica: a membrana acrílica dispensa proteção mecânica por normativa, porém foi aplicada uma camada de aderência entre o revestimento cerâmico e a membrana acrílica, onde o revestimento cerâmico assentado atua como proteção da impermeabilização.

f) exigências normativas referentes a impermeabilização completa da área do banheiro: a impermeabilização completa somente foi aplicada no box, nas demais áreas do banheiro, foi aplicada membrana acrílica nos pontos emergentes da laje.

## 8. ANÁLISES COMPARATIVAS

Nesse capítulo, foram realizadas análises comparativas em relação a tempo de execução, custo e confiabilidade dos sistemas de impermeabilização, em boxes com paredes de gesso acartonado, que utilizam manta asfáltica e membrana acrílica. Também, foi feita análise dos sistemas de impermeabilização, em box de banheiro com paredes de gesso acartonado, mais usados por 5 construtoras, na região de Porto Alegre.

### 8.1 ANÁLISE COMPARATIVA DE TEMPO DE EXECUÇÃO

Em relação ao tempo de execução da impermeabilização, foram obtidos dados de tempo de execução junto as construtoras referentes ao sistema de impermeabilização utilizado.

#### 8.1.1 Construtora A, impermeabilização utilizando manta asfáltica

No estudo de caso da impermeabilização de box de banheiro com paredes de gesso acartonado utilizando manta asfáltica, foi fornecido pela construtora A, os tempos de execução de cada etapa do processo de execução do sistema de impermeabilização, conforme mostra a Tabela 08. A referida tabela detalha o tempo utilizado para cada etapa executada pela construtora. Para simular um cronograma de obra feito pela construtora, o sistema foi iniciado na segunda-feira, visto que a construtora afirma que é preferível que esta etapa inicie nesse dia da semana para que o teste de estanqueidade seja realizado na sexta-feira, devido ao teste necessitar de 72 h (3 dias) para ser efetivado.

Tabela 8 – Tempos utilizados em cada etapa da execução da impermeabilização com manta asfáltica da construtora A

Etapa	Dias	Início
Rodapé metálico	1	Segunda-feira
Regularização	1	Terça-feira
imprimação	1	Quarta-feira
Aplicação da manta	1	Quinta-feira
Teste de estanqueidade	3	Sexta-feira
Proteção mecânica	1	Segunda-feira
Processo finalizado	1	Terça-feira
Total	9	

Fonte: Feito pelo autor

### 8.1.2 Construtora B, impermeabilização utilizando membrana acrílica

Para o estudo de caso da impermeabilização de box de banheiro com paredes de gesso acartonado utilizando membrana acrílica, foi fornecido pela construtora B, os tempos de execução de cada etapa do processo do sistema de impermeabilização, conforme especifica a Tabela 09. A referida tabela mostra o tempo utilizado para cada etapa executada pela construtora. Para simular um cronograma de obra feito pela construtora, o sistema foi iniciado na quarta-feira, visto que a construtora afirma que é preferível que esta etapa inicie neste dia da semana para que o teste de estanqueidade seja realizado na sexta-feira, devido ao teste necessitar de 72 h para ser efetivado.

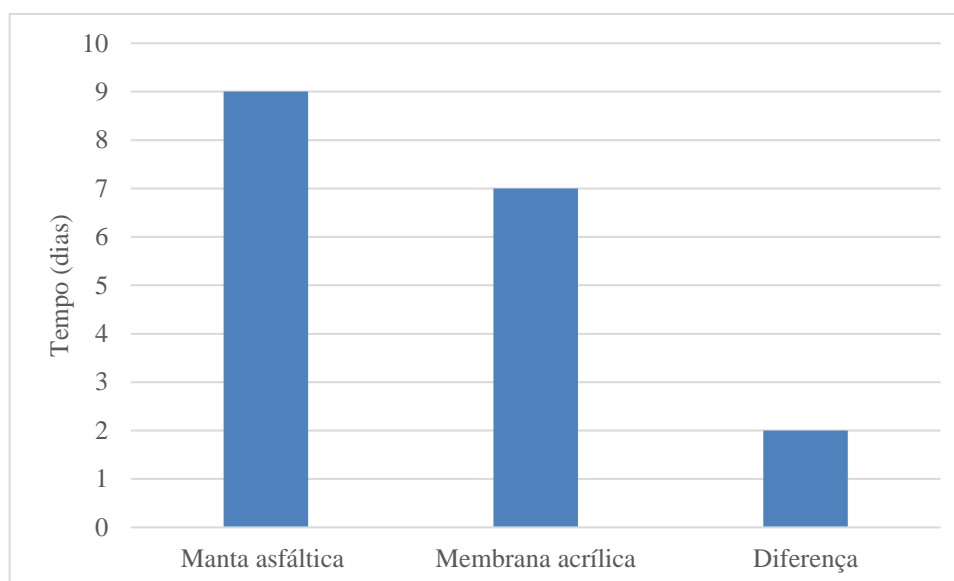
Tabela 9 – Tempo utilizado em cada etapa da execução da impermeabilização com membrana acrílica da construtora B

Etapa	Dias	Início
Regularização	1	Quarta-feira
Aplicação	1	Quinta-feira
Teste de estanqueidade	3	Sexta-feira
Proteção mecânica	1	Segunda-feira
Processo finalizado	1	Terça-feira
Total	7	

Fonte: Feito pelo autor

A impermeabilização utilizando a manta asfáltica tem tempo total de 9 dias, enquanto a membrana acrílica tem o tempo total de 7 dias, ou seja, existe uma diferença de 2 dias no tempo total da execução do sistema de impermeabilização. Com o desenvolvimento desta análise de tempo, é possível afirmar que a execução da impermeabilização utilizando a membrana acrílica é mais rápida, visto que necessita de mais etapas, como mostra o Gráfico 1.

Gráfico 1 – Comparativo de custo entre impermeabilização utilizando manta asfáltica e membrana acrílica



Fonte: Feito pelo autor

## 8.2 ANÁLISE COMPARATIVA DE CUSTO DE EXECUÇÃO

Em relação ao custo da impermeabilização do box, foram obtidas as tabelas de custos das duas construtoras, referente ao sistema de impermeabilização utilizado.

### 8.2.1 Construtora A, manta asfáltica

No estudo de caso da impermeabilização de box de banheiro com paredes de gesso acartonado utilizando manta asfáltica, foi fornecido pela construtora A, os custos com as suas respectivas etapas, conforme a Tabela 10. Nesses custos estão inclusos os valores dos materiais acrescidos os gastos com a mão de obra.

Tabela 10 – Custo da impermeabilização com manta asfáltica

Etapa	Quantitativo
Instalação do rodapé metálico (m)	3,50
Camada de regularização (m <sup>2</sup> )	1,52
Impermeabilização com manta asfáltica (m <sup>2</sup> )	2,38
Proteção mecânica (m <sup>2</sup> )	2,38

Fonte: Feito pelo autor

### 8.2.2 Construtora B, membrana acrílica

Para o estudo de caso da impermeabilização de box de banheiro com paredes de gesso acartonado utilizando membrana acrílica, foi fornecido pela construtora B, os custos com as respectivas etapas, conforme a Tabela 11. Nesses custos estão inclusos os valores dos materiais acrescidos os gastos com a mão de obra.

Tabela 11 – Custo da impermeabilização com membrana acrílica

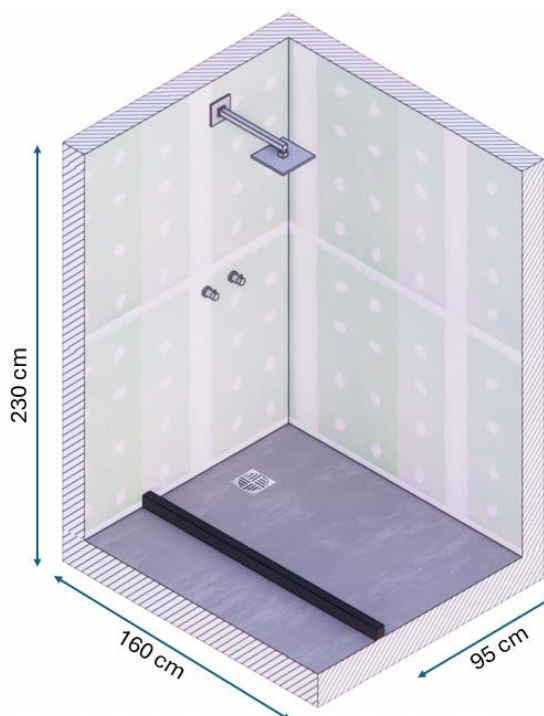
Etapa	Quantitativo
Camada de regularização (m <sup>2</sup> )	1,52
Impermeabilização com membrana acrílica (m <sup>2</sup> )	3,43
Proteção mecânica (m <sup>2</sup> )	3,43

Fonte: Feito pelo autor

Para fins de comparação de custo, foi calculado o custo de impermeabilização para um box de banheiro com paredes de gesso acartonado, Figura 43, com as seguintes dimensões:

- largura: 160 cm;
- profundidade: 95 cm;
- altura: 230 cm.

Figura 43 – Box de banheiro dimensionado



Fonte: Feito pelo autor

Os quantitativos de áreas para o cálculo do custo da impermeabilização utilizando a manta asfáltica são:

- rodapé metálico: o perímetro do box, com exceção do lado da pedra, 3,50 m;
- camada de regularização: toda a área horizontal a ser impermeabilizada, 1,52 m<sup>2</sup>;
- aplicação da manta asfáltica: somatório das áreas horizontais e verticais a serem impermeabilizadas, 2,38 m<sup>2</sup>;
- proteção mecânica: toda área que foi impermeabilizada, 2,38 m<sup>2</sup>.

A Tabela 12 mostra um quadro com o orçamento para a impermeabilização utilizando manta asfáltica.

Tabela 12 – Custo para impermeabilização utilizando manta asfáltica

Etapa	Quantitativo	Material + mão de obra	Custo por etapa
Instalação do rodapé metálico (m)	3,50	R\$ 22,81	R\$ 79,84
Camada de regularização (m <sup>2</sup> )	1,52	R\$ 36,10	R\$ 54,87
Impermeabilização com manta asfáltica (m <sup>2</sup> )	2,38	R\$ 95,79	R\$ 116,33
Proteção mecânica (m <sup>2</sup> )	2,38	R\$ 48,88	R\$ 227,98
Custo total da impermeabilização			R\$ 479,02

Fonte: Feito pelo autor

Os quantitativos de áreas para o cálculo do custo da impermeabilização utilizando a membrana acrílica são:

- camada de regularização: toda a área horizontal a ser impermeabilizada, 1,52 m<sup>2</sup>;
- aplicação da membrana acrílica: somatório das áreas horizontais e verticais a serem impermeabilizadas, 2,56 m, a altura considerada para impermeabilização é de 50 cm.
- proteção mecânica: toda área que foi impermeabilizada, 3,43 m<sup>2</sup>.

A Tabela 13 mostra um quadro com o orçamento para a impermeabilização utilizando membrana acrílica.

Tabela 13 – Custo para impermeabilização utilizando membrana acrílica

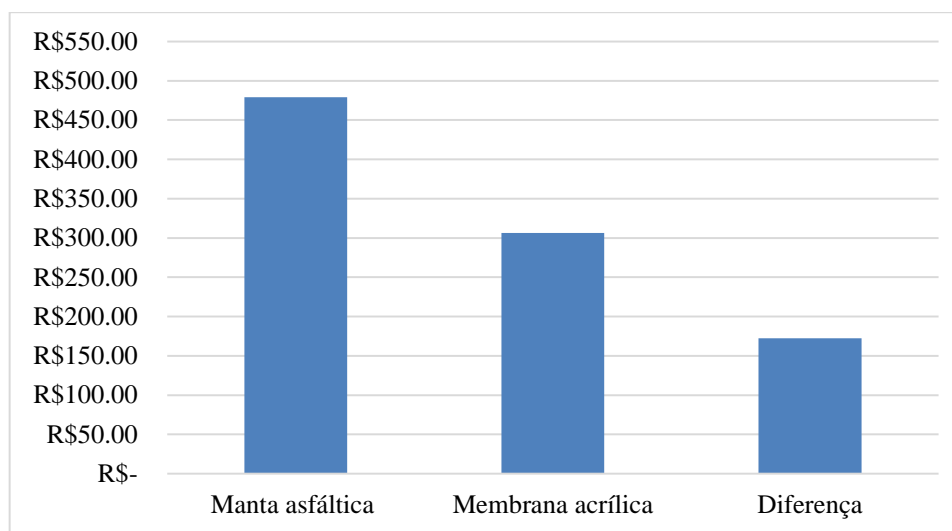
Etapa	Quantitativo	Material + mão de obra	Custo por etapa
Camada de regularização (m <sup>2</sup> )	1,52	R\$ 36,10	R\$ 54,87
Impermeabilização com membrana acrílica (m <sup>2</sup> )	3,43	R\$ 5,70	R\$ 19,55
Proteção mecânica (m <sup>2</sup> )	3,43	R\$ 67,67	R\$ 232,11
Custo total da impermeabilização			R\$ 306,53

Fonte: Feito pelo autor



A impermeabilização utilizando a manta asfáltica tem um custo total de R\$479,02, enquanto a membrana acrílica tem o custo de R\$306,53, ou seja, existe uma diferença de R\$172,49 no custo total da execução do sistema de impermeabilização. Com o desenvolvimento dessa análise de custo, é possível afirmar que a execução da impermeabilização utilizando a membrana acrílica é mais econômica, como mostra o Gráfico 2.

Gráfico 2 – Comparativo de custo entre impermeabilização utilizando manta asfáltica e membrana acrílica



Fonte: Feito pelo autor

### 8.3 ANÁLISE COMPARATIVA DOS SISTEMAS DE IMPERMEABILIZAÇÃO EM BOX DE BANHEIRO COM PAREDES DE GESSO ACARTONADO UTILIZADOS POR 5 CONSTRUTORAS EM PORTO ALEGRE

Foi realizada uma pesquisa com 5 construtoras, atuantes em Porto Alegre, com especialidades em execução de obras residenciais de médio e alto padrão, a fim de verificar quais os sistemas de impermeabilização para banheiros, com paredes de gesso acartonado, são mais utilizados, como mostra o Quadro 1.

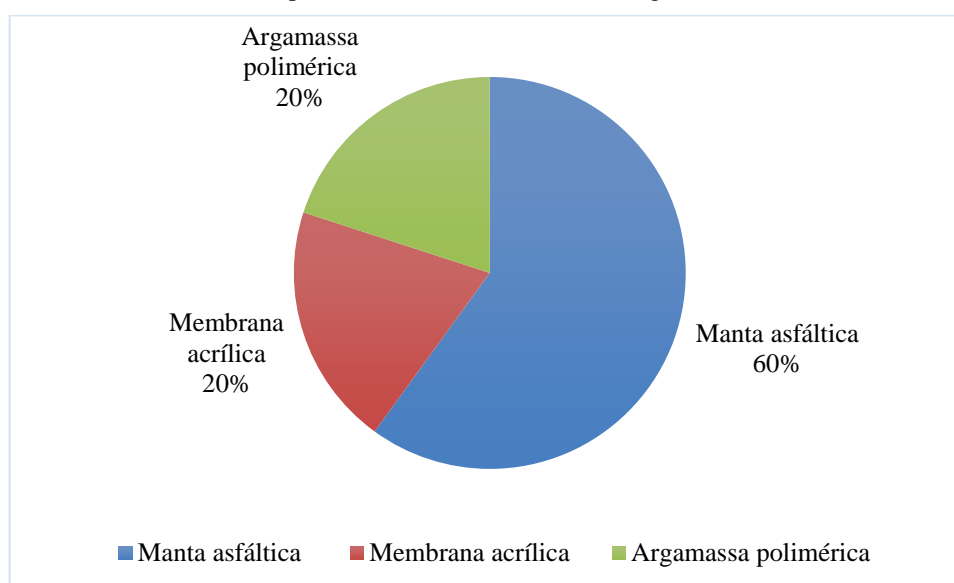
Quadro 1 – Sistemas de impermeabilização de box de banheiro, com paredes de gesso acartonado, utilizados pelas 5 construtoras em Porto Alegre.

Construtora	Sistema de impermeabilização utilizado
A	Manta asfáltica
B	Membrana acrílica
C	Argamassa Polimérica
D	Manta asfáltica
E	Manta asfáltica

Fonte: Feito pelo autor

Nessa pesquisa, foi constatado que 20% das construtoras utilizam membrana acrílica, 20% utilizam argamassa polimérica e 60% utilizam a manta asfáltica, como mostra o Gráfico 3. Não foi fornecido, pelas construtoras B, C, D e E, o número de chamados da assistência técnica referente às manifestações patológicas envolvendo as impermeabilizações de box de banheiro com paredes de gesso acartonado. No entanto, a construtora A afirmou que, em mais de 20 anos utilizando o sistema de manta asfáltica, nunca tiveram chamados de assistência técnica referente ao sistema de impermeabilização executado nos banheiros.

Gráfico 3 – Sistemas de impermeabilização de box de banheiro com paredes de gesso acartonado mais usados pelas 5 construtoras em Porto Alegre.



Fonte: Feito pelo autor

#### 8.4 ANÁLISE COMPARATIVA DE CONFIABILIDADE

Foi questionado aos responsáveis técnicos que utilizam a manta asfáltica o porquê da escolha desse sistema. Por unanimidade, foi afirmado ser o sistema mais confiável que o mercado oferece. Por outro lado, as construtoras que utilizam a membrana acrílica e a argamassa polimérica, afirmam que esses são os sistemas com menor custo e tempo de execução, o que reafirma as análises deste trabalho acadêmico.

## 8.5 ANÁLISE COMPARATIVA FINAL

Para uma análise comparativa final foi elaborado o Quadro 2 que apresenta a comparação entre os sistemas de impermeabilização utilizando manta asfáltica e membrana acrílica de forma resumida. A membrana acrílica apresenta um tempo de execução e um custo de execução menor, já a manta asfáltica apresenta uma confiabilidade maior entre os construtores.

Quadro 2 – Comparativo dos sistemas de impermeabilização abordados neste trabalho

Tipo de sistema	Custo de execução	Tempo de execução	Confiabilidade do sistema
Manta asfáltica	Maior	Maior	Maior
Membrana acrílica	Menor	Menor	Menor

Fonte: feito pelo autor

## 9. CONCLUSÃO

O objetivo deste trabalho acadêmico foi atingido, analisando a execução dos sistemas de impermeabilização utilizados nos dois estudos de caso. Desse modo, cabe salientar que a avaliação foi feita tendo em vista as normativas vigentes, a decisão tomada pelos responsáveis técnicos nas escolhas dos sistemas, bem como levando em conta os critérios de custo, tempo de execução e confiabilidade no sistema de impermeabilização.

Assim, ficou evidenciado que a escolha do sistema utilizando a manta asfáltica leva em consideração a confiabilidade no mercado, visto que isso foi informado pela construtora A, a qual relatou que há mais de 20 anos o utiliza e nunca teve chamado de assistência técnica por causa dele. Também, foi considerada a pesquisa feita sobre os sistemas mais utilizados por 5 construtoras em Porto Alegre, a qual mostra que a maioria utiliza a manta asfáltica por considerá-lo mais confiável.

Por outro lado, a escolha da membrana acrílica possui menor custo e necessita de menos tempo para execução. Apesar de a manta asfáltica levar mais tempo para ser executada, a sistemática utilizada pela construtora A, que não necessita do plaqueamento das placas de gesso acartonado, acaba sendo eficiente, visto que libera as frentes de trabalho de impermeabilização, uma vez que não depende dos serviços de hidráulica e do plaqueamento das paredes para iniciar a impermeabilização.

Por fim, com base nos argumentos expostos, conclui-se que a manta asfáltica é o melhor método de impermeabilização, para box de banheiro com parede de gesso acartonado, considerando durabilidade, conforto dos usuários, bem como a credibilidade obtida junto aos profissionais especializados que a utilizam.

## REFERÊNCIAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 9574:** Execução de impermeabilização. Rio de Janeiro, 2008.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 9575:** Impermeabilização – Seleção e projeto. Rio de Janeiro, 2010.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15575-3:** Edificações habitacionais — Desempenho Parte 3: Requisitos para os sistemas de pisos. Rio de Janeiro, 2013.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 9952:** Manta asfáltica para impermeabilização. Rio de Janeiro, 2014.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15575-1:** Edificações habitacionais — Desempenho Parte 1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro: ABNT, 2021.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 13321:** Membrana acrílica para impermeabilização – requisitos mínimos de desempenho. Rio de Janeiro, 2023.

BUTZKE, Vanessa Isabel. **Relatório Final de Estágio, Engenharia Civil, UFRGS**, 2019. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/218104> Acesso em: 2024

BLOGSPOT. **Figura**. Disponível em: <http://trabalhoepcimpermeabilizacao.blogspot.com/2016/06/impermeabilizacao-de-lajes.html>. Acesso em: 2024.

DAKRON. Tela resinada. Disponível em: <https://akronrs.com.br/produto/tela-resinada-rodape/> Acesso em: 2024.

FIBERSALS. **Impermeabilização asfáltica: seu guia completo**. Disponível em: <https://fibersals.com.br/blog/impermeabilizacao-asfaltica/> Acesso em: 2024.

FIBERSALS. **Mantas x membranas na impermeabilização**. Disponível em: <https://fibersals.com.br/blog/mantas-x-membranas-na-impermeabilizacao/> Acesso em: 2024.

FIBERSALS. **Tudo sobre manta asfáltica**. <https://fibersals.com.br/blog/tudo-sobre-manta-asfaltica/> Acesso em: 2024.

VEDACIT. **Primer asfáltico**. Disponível em: <https://vedacit.com.br/para-voce/produtos-e-solucoes/impermeabilizantes/vedacit-primer-asfaltico.html> Acesso em: 2024.

AECWEB. **Como impermeabilizar um ralo e garantir um bom caimento.**

<https://www.aecweb.com.br/academy/aec-responde/como-impermeabilizar-o-ralo-e-garantir-um-bom-caimento/23045> Acesso em: 2024.

ISOCOM. **Impermeabilização com manta asfáltica ou membrana acrílica.** Disponível em:

<https://www.blogisocom.isocom.com.br/post/impermeabiliza%C3%A7%C3%A3o-com-manta-asf%C3%A1ltica-ou-membrana-acr%C3%ADlica> Acesso em: 2024.

MCBAUCHEMIE. **DF9 membrana a base de copolímeros acrílicos sem cimento para impermeabilização de áreas frias e varandas.** Disponível em: <https://www.mcbauchemie.com.br/produtos/impermeabilizacao/membranas-argamassas-polimericas/mc-proof-df9.html> Acesso em: 2024.

<https://www.mcbauchemie.com.br/produtos/impermeabilizacao/membranas-argamassas-polimericas/mc-proof-df9.html> Acesso em: 2024.

VIAPOL. **Viamanta torodin.** Disponível em:

<https://www.viapol.com.br/produtos/impermeabiliza%C3%A7%C3%A3o/manta-asf%C3%A1ltica/viamanta-torodin-3mm-e-4mm/> Acesso em: 2024.

IBI. **GUIA ORIENTATIVO PARA O DESEMPENHO DOS SISTEMAS DE IMPERMEABILIZAÇÃO – 2º EDIÇÃO.** São Paulo, 2023. Disponível em:

<https://ibibrasil.org.br/> Acesso em: 2024.

BAUER, L. A. F. **Materiais de construção.** Rio de Janeiro: LTC, 2019.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. **NR 33 – Segurança e saúde nos Trabalhos em Espaços Confinados.** Brasília, 2022. Disponível em: [https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/aceso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/arquivos/normas-regulamentadoras/nr-33-atualizada-2022-\\_retificada.pdf](https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/aceso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/arquivos/normas-regulamentadoras/nr-33-atualizada-2022-_retificada.pdf) Acesso em: 2024.

[https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/aceso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/arquivos/normas-regulamentadoras/nr-33-atualizada-2022-\\_retificada.pdf](https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/aceso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/arquivos/normas-regulamentadoras/nr-33-atualizada-2022-_retificada.pdf) Acesso em: 2024.

RIGHI, G. V. **Estudos dos sistemas de impermeabilização: Patologias, prevenções e correções – Análise de casos.** 2009. 2f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2009. Disponível em:

<https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/7741/RIGHI%2c%20GEOVANE%20VENTURINI.pdf?sequence=1&isAllowed=y> Acesso em: 2024.

SALGADO, J. C. P. **Técnicas e práticas construtivas para edificação.** São Paulo: Érica, 2018.

VERÇOZA, E. J. **Impermeabilização na construção.** Porto Alegre: Sagra, 1987.